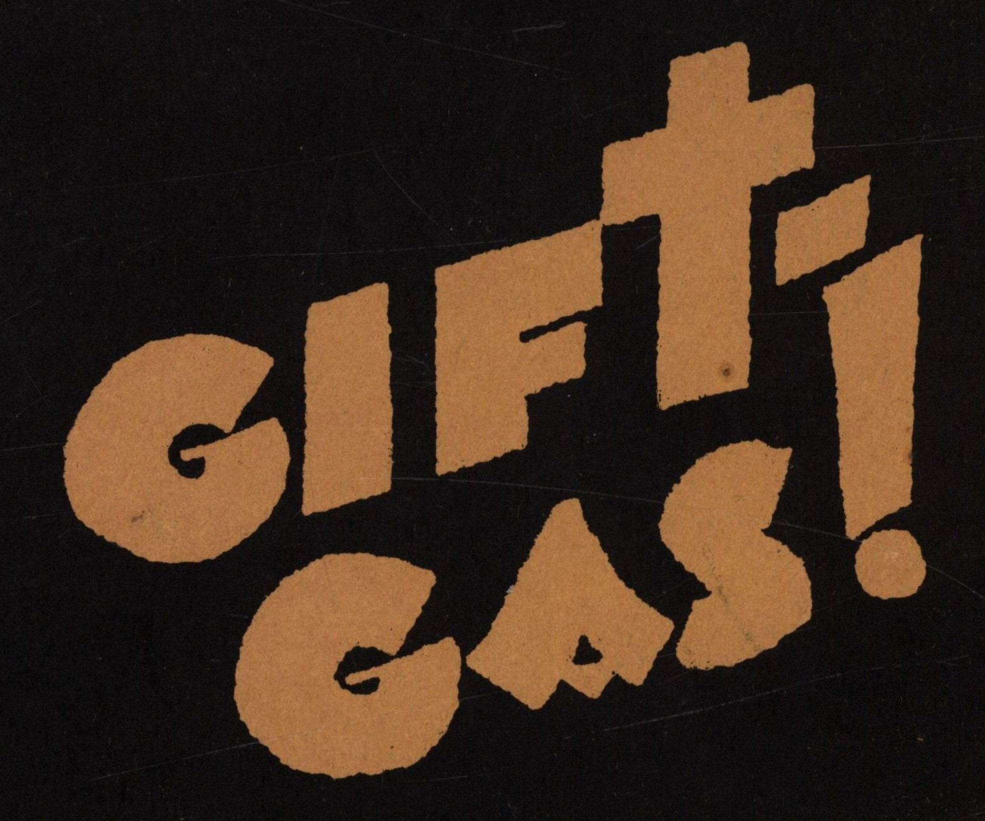
Hermann Büscher
Dr. med. et Dr. phil.



UND WIR?

Viel Gutes u. besonders auch Ihrer lieben Frau Mutter, u. Dankbarkeit für alles das, was Sie um meine Grün- und Goldkranz-monographien gethan haben.

Ihr
L. Hermann v [illegible]

München, den 25. VI. 92

LV

Giftgas! Und wir?

Die Welt der Giftgase:

Wesen und Wirkung / Hilfe und Heilung

dargestellt

von

HERMANN BÜSCHER
Dr. med. et. Dr. phil.

Mit 1 Skizze und 42 Bildern

VERLAG R. HIMMELHEBER & CO. / HAMBURG
1932

Inhaltsangabe.

Vorwort.

„Giftgas! Und wir?“ So nenne ich dieses Buch. Der Titel könnte sensationell wirken; das soll er nicht. Sensationen will und kann ich nicht geben. Aber aufrütteln will ich, besonders die will ich aufrütteln, die den Giftgasen lau und gleichgültig gegenüberstehen. Lau und gleichgültig darf keiner mehr den Giftgasen gegenüberstehen. Denn die Giftgase sind eine ungeheure Macht geworden. Sie sind aus unserem Leben gar nicht mehr herauszudenken. Wollten wir sie beseitigen, dann müsste alles das was wir Industrie nennen, fast stillestehen.

Viele Giftgase sind in Friedenszeiten sogar treue Gefährten menschlicher Arbeit geworden (Leuchtgas im Haushalt, Phosgen in der Farbenindustrie, Ammoniak in der Kälteindustrie, Gase in der Schädlingsbekämpfung usw.). Der Ablauf chemischer Produktionsprozesse mit den segensreichen Produkten für die Menschheit wäre ohne Giftstoffe gar nicht möglich. Das Vorhandensein dieser Giftstoffe hat vor dem Weltkriege die Menschheit auch gar nicht bedrückt.

Erst, als im letzten Kriege die Menschen auf den Gedanken kamen, Giftgase zum Töten zu verwenden, erst da ahnten und fühlten sie all das Furchtbare, das in den Giftgasen steckt. Seit dieser Zeit drücken die Giftgase auf uns wie ein schwerer Alp.

Wenn die gesittete Welt in einem Kriege noch einmal mit neuen und zahlreicheren Kriegsinstrumenten die Giftgase entfesseln würde, dann drohen die Giftgase unsere Kultur so zu verwüsten, dass sie wieder da stehen könnte, wo sie am Anbeginn stand.

Es scheint uns Menschen mit den Giftgasen fast so zu gehen, wie es uns erging, als wir mit Hilfe der Technik die Natur besiegen wollten und glaubten, uns zu Herren der Erde aufschwingen zu können; und dabei sind wir Sklaven der Maschine geworden. Seit dem Kriege wissen wir, dass die Giftgase ein Segen und zugleich ungeheurer Fluch für die Menschheit sind. Darum sollten wir uns alle als Schicksalsgemeinschaft fühlen und die Giftgase wieder in ihre Schranken verweisen.

In diesem Kampf gegen die Giftgase müssen wir alle kämpfen; nicht nur der Mann der Wissenschaft und der Soldat, der Chemiker und der Ingenieur, der Arzt, der Staatsmann und der Politiker.

Sehr stark wird die Phantasie der Dichter und Künstler immer wieder entzündet durch die Giftgase; vielleicht, weil in ihnen soviel Unheimliches, Heimtückisches, Gefährliches waltet. Täglich lesen und sehen wir deswegen in Zeitungen und Zeitschriften die grausigsten Schilderungen über die Wirkung der Giftgase. Hemmungslos wird phantasiert und fabuliert; von den einen, um Grausen und Entsetzen zu verbreiten, weil sie glauben,

dadurch Kriege verhindern zu können, von den andern, um alles in lichteren Farbe zu malen, weil sie glauben, dadurch einen neuen Krieg als nicht so gefährlich hinzustellen.

Beides ist verwerflich. In das Reich der Giftgase gehören nicht Phantasie und Dichtung, sondern Sachlichkeit, Nüchternheit, ruhige Überlegung und Betrachtung. Wir müssen wissen, was eigentlich mit den Giftgasen ist, wie es um sie steht, was sie sind und wie sie wirken.

Die Giftgase sind zu einem Problem geworden. Der Krieg hat sie in unserer Vorstellung zu jener unheimlichen Macht gestempelt, der wir fast ratlos, tatlos, hilflos gegenüberstehen.

„Giftgas! Und wir?" Sind wir wirklich der Macht „Giftgas" ratlos, tatlos, hilflos, schutzlos preisgegeben? Sind wir nicht mehr Herren der Giftgase? Müssen wir uns den Giftgasen beugen als einem Schicksal, dem man nicht mehr entrinnen kann? Nein! Wir müssen nur mit klarem Blick und beherztem Mute den Giftgasen gegenübertreten, um sie wieder meistern zu können.

Da die Giftgase ein Problem geworden sind, das uns innerlich alle bewegt, habe ich dieses Problem auch kurz philosophisch, politisch, historisch, kriegtechnisch zu beleuchten versucht (Kapitel 1, 2, 11, 12). In den übrigen acht Kapiteln habe ich versucht, die grosse Welt der Giftgase in ihrem Wesen und in ihrer Wirkung darzustellen und gleichzeitig zu zeigen versucht, wie man bei Gasvergiftungen helfen und heilen kann. Ich hoffe, auf engem Raum ein Tatsachenmaterial von einer Fülle und Eindringlichkeit zusammengebracht zu haben, das den Fachmann wie den Laien in die Lage versetzt, sich über jeden irgendwie bekannteren Giftstoff schnell und sachlich unterrichten zu können.

Ich bin Arzt, der helfen, aufklären, schützen will. Sonst nichts. Ich bin Arzt, der selbst in der Praxis steht und jahrelang tagaus, tagein mit den gefährlichsten chemischen Kampfstoffen hat umgehen müssen. Denn ich habe von 1919—1925 während der Vernichtungsarbeiten auf dem Gasplatz Breloh den ärztlichen Dienst versehen.

Auf diesem Gasplatz Breloh (26 000 Morgen gross) in der Lüneburger Heide wurden in der Nachkriegszeit 48 000 t deutscher Gasmunition und mehrere tausend Tonnen erbeuteter ausländischer Gasmunition vernichtet; ausserdem wurden noch viele Eisenbahnkesselwagen und grosse Behälter mit Kampfgasen und Kampfgasvorprodukten in mühseliger, gefährlicher Arbeit entleert und zerstört. Die Vernichtungsarbeiten wurden noch durch eine Explosion (24. Oktober 1919) von ungeheuren Ausmassen sehr kompliziert. Es flogen an diesem Tage 48 Gebäude der Grün- und Gelbkreuzwerke in die Luft, ferner etwa 1 000 000 kg Kampfstoffe, etwa

1000000 Granaten, über 1000000 Zünder und Kartuschen, 230000 Minen, 40 Kesselwagen mit chemischen Kampfstoffen usw.

Durch diese Explosion wurden die Ordnung und die Übersicht, die bis dahin auf dem Gasplatz geherrscht hatten, vollständig zerstört. Alles lag wild durcheinander: Grün- und Gelbkreuzgranaten, Blaukreuz und Chlor, Minen, Granaten, Kartuschen und Zünder. Die Aufräumungsarbeiten auf dem Gasplatz waren dadurch besonders gefährlich geworden; denn überall lauerten die zerstreut liegenden Blindgänger und Zünder und die flüssigen chemischen Kampfstoffe, die in den nur zum Teil zerstörten Behältern und Granaten zurückgeblieben waren. So waren die zahlreichsten Verletzungen, Verbrennungen, Vergiftungen schwerster Art die unausbleibliche Folge. Im Jahre 1925 erfolgten die letzten Sprengungen, und damit war der Gasplatz Breloh für immer in Trümmer gelegt.

Von den Tausenden von Arbeitern, die im Laufe der Jahre hier beschäftigt wurden, haben viele infolge der Gasschädigungen qualvoll leiden müssen, und mancher hat seine aufopferungsvolle Tätigkeit noch mit dem Tode gebüsst. Dieses stillen Heldentums, das hier auf dem Gasplatz Breloh viele Arbeiter für unser Vaterland in Erfüllung des Versailler Friedensdiktates durchgekämpft haben, sei an dieser Stelle in Ehren und Dankbarkeit gedacht!

Auf diesem Gasplatz war ich also für lange Zeit sogar als einziger Arzt tätig; und so sind mir gerade die gefährlichsten chemischen Kampfstoffe besonders vertraut. Meine Kenntnisse sind daher nicht in Instituten und Laboratorien erworben, sondern in praktischer Tätigkeit, im praktischen Umgang mit Giftgasen. Und diese praktischen Erfahrungen können nie allein durch Wissen und Kenntnisse ersetzt werden.

Ausser den eigentlichen chemischen Kampfstoffen — den Grünkreuz-, Gelbkreuz-, Blaukreuz- und Augenreizstoffen — hatten wir auf dem Gasplatz Breloh viele chemische Substanzen liegen, die in der Sprengstoffindustrie eine grosse Rolle spielen. Auch diese mussten wir vernichten. Ausserdem hatten wir häufig Kohlenoxydvergiftungen, sodass ich vielleicht von mir sagen darf, dass ich in der Welt der Giftgase kein unbekannter Gast bin.

Es wird wohl kaum jemanden geben, der die Wirkung aller Giftgase aus eigener Erfahrung kennt. Darum wird auch jeder Schriftsteller, wenn er die Welt der Giftgase darstellen will, zum Teil auf Erfahrungen anderer, d. h. auf Literatur angewiesen sein. Und ich hätte nicht gewagt, das 9. Kapitel („Giftgase des täglichen Lebens“) und das 10. Kapitel („Andere wichtige Giftstoffe“) zu schreiben, wenn nicht Flury und Zernik vor kurzem ihr grosses Werk „Schädliche Gase“ (Verlag Julius Springer, Berlin 1931) der Wissenschaft übergeben hätten. Dieses Werk, das in

seiner meisterlichen Zusammenfassung wohl für lange Zeit ein Standardwerk sein wird, ist die Grundlage für das 9. und 10. Kapitel dieses Buches. Wenn es ausserdem nicht schon eine sehr grosse in- und ausländische Literatur über diesen Gegenstand gäbe, hätte ich es nie unternommen, die grosse Welt der Giftgase als Einheit darzustellen. Sollte mir dieser Wurf geglückt sein, dann wird jeder Leser auch gern zu den Quellen steigen, zu jenen grossen Büchern (vgl. Literaturverzeichnis), die dem Hungrigen erst den Hunger stillen können.

In diesem Buche habe ich mir die Aufgabe gestellt, den gebildeten Laien über das Giftgasproblem aufzuklären. Das ist nicht leicht; denn eine wirklich hochwertige populäre Darstellung eines so schwierigen wissenschaftlichen Gebietes zu geben, verlangt soviel Wissen und Verstehen und auch eine so meisterhafte Darstellung, dass ich fast fürchte, dass meine Kraft nicht ausgereicht hat.

Wenn ich ein Kapitel geschrieben habe „Zur Geschichte und Technik des Gaskrieges" (Kap. 2), dann vor allen Dingen deshalb, weil ich immer wieder bei Vorträgen und im Unterricht festgestellt habe, dass der Unterricht nur dann lebendig wirkt, wenn wir die einzelnen Giftgase, besonders die chemischen Kampfstoffe, in die grossen historischen und kriegstechnischen Zusammenhänge bringen.

Die Giftgase gehen nicht nur die Wissenschaft an — wie ich schon zu Anfang sagte — sondern a l l e, d. h. jeden Laien; denn der günstige Ausgang der Heilung hängt bei der ganzen Art der Gasvergiftungen meistens von der ersten richtigen Hilfeleistung der Rettungsmannschaften und auch vom Kranken selbst ab. Bei der ausserordentlich schnellen Wirkung der Giftgase kann der Arzt meistens erst dann zur Stelle sein, wenn er den Ablauf der Krankheit nicht mehr beeinflussen kann. Darum müssen alle, die zur Hilfe und Heilung in einem Staate berufen sind, wie Sanitätskolonnen, Feuerwehren, Technische Nothilfe, Arbeiter-Samariterbünde, die Arbeitskameraden selbst in chemischen Fabriken, die Vorarbeiter, die Techniker, die Ingenieure, Chemiker aufs sorgfältigste in der ersten Hilfeleistung ausgebildet werden. Denn nur, wenn der Laie im Anfang einer Vergiftung das Richtige tut, dann ist die beste Vorbedingung für einen weiteren günstigen Heilverlauf gegeben und auch nur dann kann der Arzt meistens mit Erfolg die Heilung durchführen.

Was hat bei einer Gasvergiftung der Kranke zu tun, was haben die Rettungsmannschaften zu tun, und was hat der Arzt zu tun?

Um endlich mit dem wirren Durcheinander in der Hilfeleistung zu brechen, habe ich die Kompetenzen streng voneinander geschieden und bei jedem Giftgas, soweit es mir möglich war, dargestellt, was der Kranke selbst zu tun hat, was die Rettungsmannschaften zu tun haben und was der

Arzt zu tun hat. Ich hoffe, dass durch diese dreifache Gliederung das Buch ausserordentlich an praktischem Wert gewinnt. Darum kann der Laienhelfer ohne weiteres die Seiten im Buche überschlagen, die nur den Arzt angehen.

Tief bedauerlich ist, dass die Aerzteschaft — nicht nur die deutsche — als die berufene Hüterin der Volksgesundheit zum grossen Teil ganz abseits steht von all diesen Dingen. Und wenn ich die Lehrpläne der medizinischen Fakultäten durchsehe, so finde ich nur geringe Ansätze, die dem jungen Mediziner in diesem chemischen Zeitalter die Kenntnisse vermitteln könnten, die ihn in die Lage versetzten, Gasgeschädigte zu heilen.

Um den Gasschutz bemühen sich — ganz abgesehen von den Fabriken, die Gasschutzgeräte herstellen und darin Vorbildliches leisten — viele Organisationen. Nun ist gewiss der Gasschutz etwas sehr Wichtiges und müsste noch viel intensiver betrieben werden. Wenn wir aber immer nur von Gasschutz reden, so kommt mir das vor, als wenn wir Aerzte immer nur von Hygiene und Prophylaxe reden wollten. Zweifellos sind Hygiene und Prophylaxe ausserordentlich wichtige Dinge. Aber wie verläuft denn das Leben eines Arztes täglich, der in der Praxis steht? Er muss von morgens früh bis in die Nacht immer Krankheiten heilen trotz aller Hygiene und Prophylaxe. Denn trotz Hygiene und Prophylaxe bleiben die Krankheiten immer. So wird auch trotz allem Luftschutz und trotz aller Gasschutzbestrebungen, trotz Gasmasken und Gasschutzmänteln bei Unglücksfällen in Kriegs- und Friedenszeiten ein grosser Teil von gasverletzten Menschen übrigbleiben. Denn trotz aller unserer Schutzmassnahmen können wir die Gasvergiftungen nicht aus der Welt schaffen. Und hier setzt die Arbeit des Arztes ein.

Darum wendet sich dieses Buch auch ganz besonders an die Aerzte, die nicht Zeit haben, unsere grossen Bücher zu lesen. Das ganze Giftgasproblem wird erst dann zu einer vernünftigen Lösung gebracht werden können, wenn die Aerzte, die jetzt noch zu sehr „Gewehr bei Fuss" stehen, sich dieses Problems annehmen. Wie wir Aerzte die Ausbreitung von ansteckenden Krankheiten häufig zu unterbinden vermögen, sogar so, dass z. B. Pest und Pocken in Europa ganz seltene Krankheiten geworden sind, so muss es uns auch gelingen, die Gefahren der Giftgase zu bannen. Und wenn erst die Aerzte mit Ernst und Gründlichkeit und Leidenschaft an die Lösung des Giftgasproblems herangehen, dann — dass weiss ich genau — werden die Giftgase, die jetzt noch wie ein Fluch auf der Menschheit lasten, bald ihren Schrecken verlieren.

Etwas, was mich ganz besonders getrieben hat, dieses Buch zu schreiben, ist die Besorgnis, dass die heranwachsenden Menschen und auch ganz besonders die jetzt heranwachsende Aerztegeneration wenig oder

gar nichts aus dem Weltkriege lernen wird. Nur der, der die Schrecknisse künftiger Kriege kennt, wird nicht leicht zu den Waffen greifen und er wird sich auch vor dem hohlen Pathos hüten, das augenblicklich in der Welt regiert. Pflicht aller Kriegsteilnehmer ist es, die nachfolgende Generation aufzuklären. Darum setze ich auch bewusst die eigentlichen Kampfgase in den Vordergrund meiner Betrachtung; denn s i e sind es, die über uns Menschen das grösste Unglück bringen können. Gewiss ist jede Kultur dem Untergange geweiht; aber ein neuer Krieg in Europa würde sicherlich diesen Untergang gewaltsam beschleunigen.

Wenn doch die Menschen zur Vernunft und Einsicht kommen wollten! Wenn die Völker Europas doch nur etwas mehr Sinn hätten für die Segnungen eines g e r e c h t e n Friedens! Gewiss — mag man einwenden — was sind noch Landesgrenzen?! Hoch oben in den Lüften kreisen die Flugzeuge und bringen Tod und Verderben. Die Luft wird vielleicht einst das Kampffeld werden, und die Luft kennt keine Grenzen. Was mag dann aus uns werden?!

Wenn dieses Buch die Welt zum Aufhorchen brächte, dass sie klar die uns alle bedrohenden Gefahren sieht; wenn dieses Buch helfen könnte, wo Hilfe notwendig ist; wenn dieses Buch d e n unterrichten könnte, der sich und andere unterrichten will, dann hat es seinen Zweck erfüllt.

Bei aller Wissenschaft soll das Buch ein Volksbuch sein, und die vielen Bilder mögen dieses Buch im guten Sinne zu einem wahren Volksbuche machen.

Heute vor hundert Jahren schloss einer der ganz Grossen, die je über diese Erde gegangen sind, für immer die Augen. Von seinem Geiste spüren wir alle einen Hauch. Ich lese gerade von ihm: „Und dein Streben sei's in Liebe und dein Leben sei die Tat". Im Sinne dieser werktätigen Menschenliebe schicke ich dieses Buch in die Welt hinaus.

Am Todestage Goethes 1932

Munster in der Lüneburger Heide. HERMANN BÜSCHER

1. Kapitel

Ach, wir Armen!

Nun ist groß Fried ohn Unterlaß,
All Fehd hat nun ein Ende.
Aus dem Kirchenliede: Allein Gott in der Höh' sei Ehr' . . .
(Gloria in excelsis) um 1541.

Ist nun groß Fried ohn Unterlaß? Hat nun all Fehd ein Ende? Wir alle möchten es wünschen. Wie oft ist seit Jahrhunderten am Christabend dieses Kirchenlied inbrünstig von gläubigen Menschen gesungen worden! Und von wieviel Leid und von wieviel Kriegen wurde trotzdem die Menschheit seit 1541 heimgesucht.

Wir können noch weiter zurückgreifen: Vor fast 2000 Jahren kam die Engelsbotschaft glückverheißend vom Himmel: „Friede den Menschen auf Erden!" Und der, der sich für seinen Glauben ans Kreuz schlagen ließ, predigte zeit seines Lebens ein hohes Lied der Liebe und des Friedens. Nach diesem Friedensfürsten nennen sich die Völker des Abendlandes Christen. Wo ist der Geist des großen Christus? Wo sind Liebe und Friede? Mühselig und beladen wälzen wir unser friedloses Leben in diesem haßerfüllten Dasein dahin. Wir lieben nicht, wir hassen. Wir Christen haben uns so weit vom echten Christentum entfernt, als wenn ein Christus nie gelebt hätte.

Wenn große und schwere Kriege die Menschheit heimgesucht hatten, dann besann sie sich auf die ewigen Werte, dann wurden Institutionen, Verträge und Pakte ausfindig gemacht, um den Frieden — den ewigen — endgültig zu sichern. Die furchtbaren Schrecknisse jedes Krieges durchzitterten und durchbebten die Herzen der Menschen so, daß sie sich vornahmen, nie wieder Krieg zu führen. Aber die Menschen vergaßen immer schnell.

Nach dem 30jährigen Kriege verpflichteten sich die Signatarmächte des Westfälischen Friedens von 1648 ausdrücklich, den Frieden zu schützen und gemeinsam die Friedensstörer zu ahnden. In der „Heiligen Allianz" von 1815, die Rußland, Oesterreich und Preußen schlossen, stehen die feierlichen Worte: „Ueberzeugt von der Notwendigkeit, die Beziehungen der Mächte auf die erhabenen Wahrheiten zu gründen, welche die Religion des Erlösers lehrt, bezeugen der Kaiser von Rußland, der Kaiser von Oesterreich, der König von Preußen im Angesicht der ganzen Welt ihren unerschütterlichen Entschluß, die Lehren dieser heiligen Religion, Lehren der Gerechtigkeit, der Liebe, des Friedens ...... zur alleinigen Regel ihrer Handlungen zu machen."

Metternich nannte diese „Heilige Allianz", trotzdem er seinem kaiserlichen Herrn zur Unterschrift geraten hatte, ein „bloßes Geschwätz". Sie ist auch nur ein „bloßes Geschwätz" geblieben, denn Kriege hat die „Heilige Allianz" nicht zu verhindern vermocht.

Nach dem Weltkriege wurde der Menschheit Wilsons Völkerbund beschert, der den Friedensbund Kants (foedus pacificum), wie er ihn bereits vor mehr als 130 Jahren in seiner Schrift „Zum ewigen Frieden" forderte, nur recht unvollkommen darstellt, trotzdem die Wilsonsche Idee des Völkerbundes sicherlich auf Kant zurückzuführen ist.

Es kam Locarno und als Krönung aller Friedensbestrebungen der Kellogg-Pakt, der alle zivilisierten Nationen der Welt zusammengeschlossen hat, die — wie es in der Präambel heißt — „tief durchdrungen sind von ihrer erhabenen Pflicht, die Wohlfahrt der Menschheit zu fördern, und überzeugt, daß die Zeit gekommen ist, einen offenen Verzicht auf den Krieg als Werkzeug nationaler Politik auszusprechen".

Der Artikel 1 lautet dann: „Die Hohen Vertragschließenden Parteien erklären feierlich im Namen ihrer Völker, daß sie den Krieg als Mittel für die Lösung internationaler Streitfälle verurteilen und auf ihn als Werkzeug nationaler Politik in ihren gegenseitigen Beziehungen verzichten."

Es wird also nur auf den Krieg als Werkzeug nationaler Politik verzichtet, eine Redewendung übrigens, die dem Buche Klausewitz', „Vom Kriege", entnommen ist.

Wie sieht es aus in einer Welt, die durch den Kellogg-Pakt auf den Krieg als Werkzeug nationaler Politik verzichtet hat?

Auf dem 6. Kongreß der internationalen Handelskammer in Washington erklärte Anfang Mai 1931 der amerikanische Staatspräsident Hoover, daß die Welt 5 Milliarden Dollar jährlich für Rüstungen ausgäbe, das bedeute 70 % mehr als vor dem Kriege; 5½ Millionen Männer ständen unter den Waffen und weitere 20 Millionen in Reserve.

Trotz Völkerbund und Kriegsächtungspakt scheinen also die Völker nicht recht Vertrauen zu diesem Institut und zu diesem Vertrag zu haben, denn sonst würden sie abrüsten. Der Krieg ist doch geächtet! Was soll da eine in Waffen starrende Welt? Es hat den Anschein, als wenn die Solidität der Verträge mit der Zahl der Bataillone wächst, die hinter ihnen stehen.

Mit welchen Hoffnungen hat die Welt den Völkerbund begrüßt. Jetzt geht eine tiefe Enttäuschung durch die Welt. Mit Menschen- und mit Engelszungen reden die Staatsmänner im Völkerbunde über die Segnungen des Friedens; dieselben Staatsmänner bewilligen, sobald sie zu Hause sind, im Kabinett ohne Bedenken die größten Militärbudgets.

Die Reden im Völkerbunde, so edel und aufrichtig sie gemeint sein mögen, wirken deswegen unaufrichtig und hohl, sie sind „ein tönend Erz und eine klingende Schelle".

Die Welt hat genug davon. Sie will endlich den lichten Tag aufrichtiger Friedensbereitschaft sehen. Doch diesen Tag wird sie nur dann begrüßen können, wenn in der Welt abgerüstet wird, zum mindesten so, wie Deutschland abgerüstet ist. Aber der Tag scheint in weiter, weiter Ferne zu liegen.

Die Idee des Völkerbundes wird immer bleiben, aber sie ist jetzt erst ein Samenkorn, das in diese friedlose Welt gelegt worden ist; dieses Samenkorn muß erst aufgehen, dann muß es wachsen, und dann wird es noch lange Zeit dauern, ehe aus diesem Samenkorn ein Baum geworden ist, unter dem die Völker Schutz finden können.

Goethe freute sich eines Tages in einem Gespräche mit Eckermann über ein Wort Rousseaus, der gemeint hatte, daß man ein Erdbeben nicht dadurch verhindern könne, daß man in die Nähe eines feuerspeienden Berges eine Stadt baue. So können auch wir einen Krieg nicht dadurch verhindern, daß wir in ein waffenstarrendes Europa einen Völkerbund setzen. Darum wollen wir uns keinen Illusionen hingeben. Die jetzt lebende Menschheit steht — rein stammesgeschichtlich betrachtet — auf einer Entwicklungsstufe, die für den ewigen Frieden scheinbar noch nicht reif ist. Unsere und sicherlich noch manche nachkommenden Menschengenerationen werden leider ihre Gegensätze höchstwahrscheinlich noch nicht mit geistigen Waffen allein, sondern mit Waffen aus Stahl und Eisen austragen müssen.

Denn es fehlt das Vertrauen, und es fehlt die Liebe zwischen den Völkern. Wenn die Welt nicht so arm wäre, dann würden wahrscheinlich noch viel mehr Waffen produziert werden. Denn die Abrüstung bei den Völkern scheint nicht Herzenssache, sondern einfach Sache der Not zu sein. Diese Not zwingt sie zu Einschränkungen, sonst würden sie vielleicht unbeschränkt rüsten und sich gegenseitig vernichten. Einsicht und Vernunft fehlen. Scheinbar muß diese Welt erst durch neue Kriege in Trümmer geschlagen werden. Und aus diesen Trümmern wird dann vielleicht eine neue Welt entstehen und mit ihr neue Menschen, die sich zu reineren und höheren Formen entwickeln und rückschauend unsere Zeit als barbarisches Zeitalter ansehen werden.

Zwar wird der Welt von sicherlich gutgläubigen Idealisten gepredigt: „Wenn du den Frieden willst, mußt du auch zum Frieden rüsten." Aber in Wirklichkeit gilt bis heute noch der Glaubenssatz römischer Staatsweisheit: „Si vis pacem, para bellum : Wenn du den Frieden willst, rüste zum Kriege."

Kriege werden bleiben. „Gegen die großen welthistorischen Umwälzungen wird kein Locarno helfen", meint der Soldat von Seeckt[1].

[1] von Seeckt: Gedanken eines Soldaten. Berlin 1929, Verlag für Kulturpolitik. S. 73.

Die Welt rüstet; schon darum werden Kriege bleiben. Sie werden bleiben, weil die Interessengegensätze, weil Mißgunst, Mißtrauen, Neid und Haß, die großen Triebfedern menschlichen Handelns, die Völker immer wieder in den Krieg treiben werden. Die Kriege werden bleiben, nicht zuletzt, weil sie — wie der Humanist Erasmus sagt — „den Unerfahrenen süß sind: dulce bellum inexpertis".

Gibt es denn gar kein Mittel, um Kriege zu verhüten? Es soll sogar ein Allheilmittel geben: Krieg dem Kriege! Diesen Krieg predigen die mit aggressiver Leidenschaft, die sonst des Friedens voll sind. „Krieg dem Kriege!" ist ein Schlagwort, so ähnlich, als wenn wir Aerzte „Tod dem Tode!" proklamieren würden und damit der Menschheit weismachen wollten, das Sterben höre jetzt auf.

Das Sterben hört nicht auf, wie die Kriege nicht aufhören werden. Ueber Tod und Leben, über Krieg und Frieden entscheiden nicht Proklamationen und Reden, nicht Verträge und Bündnisse, sondern die Gesetze des Werdens und Vergehens, die menschlichem Willen entrückt sind. Es entscheiden „die ewigen, ehernen, großen Gesetze, nach denen wir alle unseres Daseins Kreise vollenden müssen" (Goethe).

„Der ewige Frieden", sagt Kant, „ist eine Aufgabe an den Menschen, aber nicht ein Geschenk an ihn." An dieser Aufgabe sollen und wollen wir alle mit heißem Bemühen arbeiten. Aber wie?

Die Arbeit am Frieden gleicht in vielem der ärztlichen Arbeit. Am Ende aller ärztlichen Tätigkeit steht der Tod, am Ende aller Friedensarbeit steht der Krieg. Dieser Gedanke in dieser scharfen Formulierung klingt wie Wahnsinn und ist doch kein Wahnsinn.

Wir Aerzte wissen, daß alle Menschen sterben müssen; wir wissen, daß wir den Tod nie bezwingen können, und trotzdem kämpfen wir zeit unseres Lebens einen heroischen Kampf mit dem Tode, mit dem Tode, der täglich immer wieder über uns Sieger ist. Was gibt uns Kraft in diesem Kampfe? Was behütet uns vor Verzweiflung und Mutlosigkeit? Es ist ganz besonders das Wissen um das „Sterbenmüssen". Dieses Wissen lehrt uns frühzeitig die Grenzen unserer Macht und unseres Könnens.

Innerhalb dieser Grenzen können wir Gutes, sogar Großes leisten. Wir können helfen, trösten und lindern, wir können Krankheitsmöglichkeiten ausschließen. Wir können bei vielen Krankheiten sogar so helfen, daß der Tod hinausgeschoben wird. Aber das ewige Leben können wir nicht geben und begehren es auch nicht, und gegen die letzten Entscheidungen bäumen wir uns nicht auf in Trotz, sondern beugen uns in Demut.

Durch Seuchen ist die Menschheit viel mehr dezimiert worden als durch Kriege. Solange noch Priester und Aerzte in früheren Zeiten glaubten, durch Beschwörungen und Zauberformeln die Gefahren der Seuchen bannen zu können, so lange waren sie erfolglos.

Erst als die Großen in der Medizin, Männer wie Semmelweiß, Lister, Jenner, Pasteur, Robert Koch, durch Entdeckung der Krankheitserreger die Menschheit aufklärten, erst dann begann ein siegreicher Feldzug gegen die Seuchen, mit dem Erfolge, daß zum Beispiel Pest und Pocken in Europa ganz seltene Krankheiten geworden sind. Hygiene und Aufklärung haben dahin gewirkt, daß Kindbettfieber und Kindersterblichkeit erheblich nachgelassen haben, daß Krankheitsmöglichkeiten bei Infektionskrankheiten bedeutend herabgemindert worden sind. Aber sind damit die Seuchen und Infektionskrankheiten beseitigt oder ist gar der Tod aus der Welt geschafft? Das wird wohl niemand behaupten mögen.

Auch der wirkliche Friedensfreund weiß, daß er den Krieg nicht aus der Welt schaffen kann. Darum greift er nicht nach den Sternen und verlangt den ewigen Frieden. Er bescheidet sich. Er wird alles versuchen, um Kriegsmöglichkeiten auszuschließen, er wird die Geister zu befrieden versuchen, aber sich dabei immer bewußt sein, daß alle aufbauende Friedensarbeit eines Tages doch wieder vom Kriege zerstört und zerschlagen werden kann. So werden noch viele Menschengenerationen durch Kriege geläutert werden müssen, ehe überhaupt die Friedensidee aus dem jetzt so labilen in einen stabileren Gleichgewichtszustand kommt. Und dann ist der ewige Friede vielleicht noch ebenso weit von der Menschheit entfernt, wie er es am ersten Tage war.

Große, international orientierte Frauenorganisationen glauben, den Krieg durch eine radikale Wandlung des Geistes abschaffen zu können. Es scheint hier mehr das Herz als der Verstand mitzusprechen. Denn wie lange wird schon an der Besserung der Menschheit gearbeitet! Und ist sie gebessert worden? „Du sollst nicht töten!" lernt jedes Kind. Und jeder verabscheut den Mord; aber Mörder und Mord sind geblieben. An der Sinnesänderung und an der Wandlung der Geister sollen und wollen wir alle arbeiten. Aber wir müssen wissen, daß diese Arbeit eine mühselige Kleinarbeit ist von säkularem Ausmaß. Jahrhunderte, wenn nicht Jahrtausende wird die Menschheit brauchen, um wenigstens die wichtigsten Kriegsmöglichkeiten auszuschließen.

So werden wir dem Kriege nicht entrinnen können, wie wir dem Tode nicht entrinnen können. Das Leben schließt den Keim des Todes in sich. Das ist das Schicksal alles Lebenden.

Wenn schon Kriege bleiben, dann bleibt eine Form des Krieges sicherlich: der Gaskrieg. Gegen Ende des letzten Krieges war bereits mehr als 30 % aller Munition Gasmunition. Wenn es technisch möglich gewesen wäre, noch größere Mengen herzustellen, dann wäre der Prozentsatz noch viel höher gewesen. Denn der Hunger aller Fronten nach chemischen Kampfstoffen war groß; er war fast unstillbar, weil der Soldat die glänzenden Erfolge mit chemischen Kampfstoffen gesehen hatte. Darum wird kein Heerführer im Zukunftskriege auf diese chemischen Kampfmittel verzichten wollen.

Nie wieder chemischer Krieg? Die Menschheit gab noch nie eine Waffe preis, von der sie Erfolg gesehen hat. Darum wird bei weiter fortschreitender Technik in einem zukünftigen Kriege das Gas sicherlich eine bedeutende Rolle spielen.

Gewiß ist 1922 in Washington von den Militärstaaten der Welt ein Uebereinkommen geschlossen worden, in zukünftigen Kriegen chemische Kampfstoffe zu verbieten. Aber dieses Abkommen ist von den maßgebenden Staaten bisher nicht ratifiziert worden und es scheint auch kein Staat mehr daran zu denken, es zu ratifizieren. Es ist stille davon in der Welt geworden. Sehr stille.

Den chemischen Kampfstoffen geht es, wie es allen Waffen in früheren Zeiten ergangen ist. Solange die Menschen sich noch mit Speer und Lanze bekämpften, wurde die Feuerwaffe, als sie auftauchte, als unmenschlich und unritterlich verschrien. Aber sie nahm doch ihren Siegeslauf.

So wie die Granaten, die die Leiber der Menschen zerfetzen und zerstückeln, heute legitimiert sind, werden die chemischen Kampfstoffe, noch ehe eine nächsthöhere Stufe des Mordens gefunden sein wird, durchaus legitimiert sein.

An die furchtbare Wirkung der Granaten hat sich die Menschheit gewöhnt und entrüstet sich kaum mehr darüber. An die chemischen Kampfstoffe, deren Wirkung durch unsere Schutzmittel zum Teil sogar illusorisch gemacht werden kann, hat sich die Menschheit noch nicht gewöhnt und entrüstet sich deswegen darüber.

Auf der internationalen Haager Konferenz im Jahre 1899 sagte der amerikanische Vertreter, der Admiral Mahan: „Vom humanen Standpunkt ist es nicht grausamer, die Feinde mit giftigen Gasen zu ersticken, als sie im Wasser mit Hilfe von Torpedos zu ersäufen; jedes neue Kriegsmittel hat man immer zunächst als barbarisch bezeichnet und schließlich angenommen." So ist es. Aehnlich schreibt von Seeckt[1]: „Human ist auch das Schwert und die 21-Zentimeter-Brisanzgranate nicht." Auch der Gaskrieg, selbst wenn man sich gegen die meisten Kampfstoffe vollkommen schützen kann, ist nicht human. Man sollte besser das Wort „human" in Verbindung mit dem Kriege nicht gebrauchen.

Wie wir uns am ehesten gegen die Infektionskrankheiten schützen können, wenn wir die Erreger kennen, so können wir uns gegen neue Kriege am ehesten schützen, wenn wir die Ursachen und die Gefahren kennen. Die Ursachen werden wir nur zum Teil beseitigen können, auf die Gefahren aber können wir — ruhig und besonnen aufklärend — hinweisen.

Jede Zeitung schreibt heute fast täglich von „Giftgasen" und jedermann im Volke führt sie im Munde. Aber wer kennt sie denn wirklich,

[1] a. a. O. S. 74.

diese „Giftgase"? Wer kennt denn ihr Wesen und ihre Wirkung, wer weiß etwas von Hilfe und Heilung bei Gasvergiftungen? Von all diesen Dingen wissen nur sehr wenige etwas; und doch sollten es alle wissen.

Alle sollten es wissen. Denn in zukünftigen Kriegen werden nicht nur die Soldaten an der Front mit chemischen Kampfstoffen überschüttet werden, sondern Flugzeuge und Luftschiffe werden diese Stoffe weit in das Hinterland hineintragen. Ganz abgesehen von Kriegsgefahren, müssen wir bedenken, daß dieselben Giftgase, mit denen wir Menschen uns im Kriege töten, uns in Friedenszeiten häufig Gefährten unserer Arbeit sind und daß sie uns bei Unglücksfällen täglich immer wieder dahinraffen können.

Es ist ein chemisches Zeitalter heraufgezogen.

Die Zahl der Unglücksfälle durch Einatmung schädlicher Gase nimmt schon in Friedenszeiten trotz aller Vorsichtsmaßregeln bedenklich zu. Wie viele Menschen sterben allein täglich an Kohlenoxydvergiftung? Und in dieser Zeit wirtschaftlicher Not wird das Kohlenoxyd (durch Einatmung von Leuchtgas) nur zu oft als Erlöser aller Schwierigkeiten und aller Nöte angesehen.

Eines der bekanntesten und gefährlichsten Giftgase im Kriege, das Phosgen, ist als Industriegas (besonders in der Farbenindustrie) ebenso bedeutend, wie es als Kampfgas wohl das gefährlichste Einatmungsgift ist. Täglich wird auf den Eisenbahnen Phosgen transportiert; überhaupt werden täglich alle möglichen chemischen Substanzen hin und her geschickt und in den Fabriken für chemische Produktionsprozesse verwendet.

Die Zahl der Unglücksfälle durch „Giftgase" steigt infolgedessen gewaltig an, und nur ganz wenige wissen Bescheid, wie sie dem Gasvergifteten helfen sollen. Selbst wenige Aerzte wissen, daß zum Beispiel ein Phosgenvergifteter grundsätzlich anders behandelt werden muß wie ein Kohlenoxydvergifteter. Und mancher Gasvergiftete könnte sicherlich gerettet werden, wenn die Arbeitskameraden und die Rettungsmannschaften, die die erste Hilfe bringen, eine bessere Schulung und Ausbildung hätten.

So hat denn die Beschäftigung mit den Giftgasen nichts gemein mit Politik, Parteien, überhaupt mit der politischen Einstellung zu Krieg und Frieden. Wir alle sollten uns darum kümmern, wie man schon bei den zahlreichen Gasvergiftungen des täglichen Lebens helfen könnte. Denn dieselben Giftgase, die dem Menschen im Frieden zu segensreicher Arbeit helfen, dienen bekanntlich im Kriege dazu, ihn zu töten. Wenn wir alle erst einmal die Giftgasgefahren kennen, wenn wir alle erst einmal wissen, wie wir bei Gasvergiftungen helfen können und wie wir uns dagegen schützen können, dann kommen wir ein gutes Stück vorwärts und tragen bei zum großen Werke des Friedens.

Denn der, der die Gefahren eines neuen Krieges kennt, fürchtet ihn mehr als der, der die Gefahren nicht kennt. Darum ist ein aufgeklärtes Volk die beste Gewähr des Friedens.

Die Kriege werden wir wohl kaum aus der Welt schaffen können, wie wir den Tod nicht aus der Welt schaffen können. Im Kriege und im Tode erfüllt sich der Menschheit Schicksal immer wieder. Das „Stirb und Werde" gilt für dich und für mich, für dein Volk und für mein Volk. Aber helfen können wir, und aufklären und schützen können wir. Das ist wahre Arbeit am Frieden.

2. Kapitel

Zur Geschichte und Technik des Gaskrieges

Seit Jahrtausenden führen Angriffs- und Verteidigungswaffen einen erbitterten Kampf um die Vorherrschaft. Diese ewige Rivalität gab der Menschheit Speer und Schild, Lanze und Harnisch, Festungsgürtel und Feuerwaffen. Sie gab ihr als letztes Kriegsinstrument: den Stellungskrieg und den Gaskrieg.

Als im Weltkriege die Fronten im Stellungskampf erstarrten, war der Verteidiger dem Angreifer überlegen. Ein leichter Erdwall schützte ihn vor den Kugeln des Angreifers, und die großen Erdbefestigungen — Unterstände und Stollen — schützten ihn vor Granaten und Minen. Die Verteidigungstechnik war stärker als die Gewalt der Feuerwaffen. Mochte der Angreifer die Durchschlagskraft und die Feuergeschwindigkeit seiner Geschosse zu unerhörtem Ausmaß steigern, mochte seine Artillerie stundenlang mit Feuerwalzen auf den Stellungen des Verteidigers hämmern und trommeln: sein Widerstand blieb fast unüberwindlich.

Die Eisensplitter konnten den Verteidiger in der Tiefe seiner Erdbefestigungen nicht fassen. Seine glänzend ausgebauten Stellungen konnten nicht sturmreif gemacht werden. Wagte der Angreifer trotzdem den Sturm, dann empfing ihn meistens ein Eisenhagel von dem fast unversehrten Gegner und erstickte seinen Angriff oft schon im Keime.

So war die Wirkung der Feuerwaffe einem derartigen Verteidigungssystem gegenüber fast erschöpft.

Aber die moderne Kriegführung war ganz auf den Bewegungskrieg eingestellt, denn nur hier konnte die Brisanzmunition ihre volle Wirkung entfalten.

Darum mußte der Angreifer, um wieder zum Bewegungskriege zu kommen, auf Kampfarten sinnen, die den Verteidiger in der Tiefe seiner Erdbefestigungen erfaßten und ihn daraus verjagten.

Diese neue Kampfart war der Gaskrieg. Die Gaswolken krochen, da sie spezifisch schwerer waren als Luft, überall in die Tiefe, so daß der Verteidiger, wenn er nicht ersticken wollte, fliehen mußte. Dadurch kam wieder Bewegung in die starren Fronten.

Das ist der Beginn des Gaskrieges.

Er ist zwangsläufig im Kriege und aus dem Kriege geboren. Der Angreifer wollte aus den Fesseln des Stellungskrieges heraus; und, da er das mit Hilfe der Feuerwaffe nicht konnte, so griff er mit Hilfe modernster Technik zum Gas.

Der Gaskrieg ist ursprünglich — möchte man sagen — nur eine Kriegslist gewesen, eine jener Kriegslisten, „Strategemata", von denen uns alte kriegsgeschichtliche Bücher seit der römischen Kaiserzeit erzählen. Wie die Feldherren des Altertums und des Mittelalters bei uneinnehmbaren Festungen gern zu einer Kriegslist ihre Zuflucht nahmen, indem sie Rauch und Nebel, Dampf und beizenden Staub mit dem Winde in die Festungen treiben ließen, genau so machte es der moderne Heerführer, indem er bei günstigem Winde Gas in die sonst uneinnehmbaren Stellungen des Verteidigers blies; allerdings Gas, das ihm Wissenschaft und Technik in hoher Vollendung in die Hand gaben.

Erst später wuchs der Gaskampf über seinen ursprünglichen Zweck hinaus. Er blieb dann nicht mehr Mittel zum Zweck, sondern wurde Selbstzweck: er wurde eine selbständige Waffe, die — genau wie die Feuerwaffe — auf Vernichtung eingestellt war.

Der erste große Erfolg mit dieser neuen Kampfwaffe wurde am 22. April 1915 (dem „schwarzen Tag von Ypern") erzielt[1]. An diesem Tage bliesen die deutschen Truppen aus Tausenden von Stahlzylindern aus der Front vor Ypern in die gegenüberliegende Stellung des Feindes bei Langemarck gewaltige Mengen Chlorgas ab, die den Widerstand des Gegners sofort brachen, und die dem Feinde 15 000 Gasvergiftete kosteten, davon allein 5000 Tote[2].

Wenn auch das deutsche Heer den ersten großen Erfolg im Gaskampf für sich zu buchen hatte, so ist es aber nicht — wie wir noch sehen werden — der Urheber gewesen.

Die Idee des Gaskrieges ist uralt. Nur die Verwirklichung wechselt. Sie ist primitiv in technisch primitiven Zeiten und wird hochentwickelt in technisch hochentwickelten Zeiten.

Wohl der älteste Gaskampfstoff ist nächst dem harmlosen Rauch das Verbrennungsprodukt des Schwefels: das Schwefeldioxyd. Wie Thucydides[3] im II. und III. Buche seiner Geschichte des Peleponnesischen Krieges berichtet, verwandten die Peleponnesier bei der Belagerung von Platää (428 v. Chr.) und Delion (424 v. Chr.) Schwefel, indem sie Holzstöße mit Pech und Schwefel anzündeten, um die Verschanzungen in Brand zu setzen und die Feinde zu ersticken. Delion wurde auf diese Weise genommen, während Platää durch einen gleichzeitig einsetzenden starken Regen gerettet wurde.

Aus der römischen Kriegsgeschichte berichtet Plutarch im 17. Kapitel der Lebensbeschreibung des Feldherrn Sertorius einen Fall ähnlich unserm Blaseverfahren mit Chlor und Phosgen. Sertorius ließ gewal-

[1] Vgl. Haber, Fritz: Fünf Vorträge. Julius Springer. Berlin 1924. S. 77.

[2] Vgl. Hanslian, Rudolf: Der chemische Krieg. E. S. Mittler & Sohn. Berlin 1927. S. 12.

[3] Vgl. hierzu: Meyer, Julius: Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe. S. Hirzel. Leipzig 1926. Diesem Buche und dem Buche Rudolf Hanslians (vgl. Fußnote 2) sind die folgenden historischen und technischen Daten entnommen.

tige Mengen einer beizenden Asche durch den Wind in einen feindlichen befestigten Platz treiben, wodurch die Feinde sich dem Sertorius ergeben mußten und — wie Plutarch bemerkt — sie „nicht allein die Macht, sondern auch den Ruhm desselben vermehrten, weil er das, was mit den Waffen unbezwinglich war, durch List und Klugheit überwältigt hatte[1]".

Spätere Kriegsschriftsteller, wie Sextus Julius Frontinus (um 90 n. Chr.) und Sextus Julius Africanus (um 230 n. Chr.) beschreiben mancherlei Verfahren, die in ihren Grundzügen zum Teil an unseren modernen Gaskrieg erinnern.

Julius Africanus gibt — ebenso wie auch Kallinikos (um 763 n. Chr.) — eine genauere Beschreibung über die Zusammensetzung des gefürchteten „griechischen Feuers", das in jener Zeit in der Vorstellung der Menschen eine große Rolle spielte. Da diesem griechischen Feuer außer Pech, Salpeter, Kochsalz, Erdöl, Kalk auch Schwefel zugesetzt war, so wird man neben der heftigen Brandwirkung auch sicherlich durch Schwefeldioxyd auf die Atmungsorgane des Gegners einzuwirken versucht haben.

Als dann im 13. Jahrhundert die Feuerwaffe erfunden wurde, erlagen die befestigten Plätze leicht der Gewalt der Feuerwaffen. Der Angreifer brauchte nicht mehr die kleinen Mittel des Ausräucherns. Darum erwähnen die Kriegsgeschichtsschreiber jener Zeit auch nur noch wenig von derartigen Hilfsmitteln des Angreifers.

Erst als die Verteidigungstechnik wieder Fortschritte gemacht hatte, so daß die Festungen der Feuerwaffe trotzen konnten, tauchten auch wieder Vorschläge auf, wie man dem Gegner durch chemische Mittel beikommen könne. So empfiehlt der Oesterreicher Veit Wulff von Senfftenberg (um 1575) unter anderm Arsenikrauchkugeln. Doch das „Vergifften — meint er — ist ein abschewlich Ding, sollten Christen gegen Christen nicht gebrauchen, sondern allein wider die Türken und anderen Ungläubigen, denselben ein abbruch zu thun[2]".

Geniale Köpfe, wie der wahrhaft große Lionardo da Vinci (1452 bis 1519), wie der Chemiker Johannes Rudolf Glauber (1604 bis 1668), wie der Philosoph Wilhelm von Leibniz (1646 bis 1716), ahnten kriegstechnisch intuitiv voraus, was erst nach Jahrhunderten Wirklichkeit werden sollte. So empfiehlt Lionardo da Vinci, zur Einnahme von Festungen Rauch zu verwenden, dem Arsenikdämpfe und ähnliche Gifte zuzusetzen seien. Johannes Glauber machte, als die Türken Europa zu überfluten drohten, den Vorschlag, Geschosse mit Terpentin und Salpeter zu füllen, und Leibniz empfiehlt in seinen „Gedanken zur deutschen Kriegsverfassung" einen „Stinkpott, dessen Rauch sich unglaublich ausbreitet

[1] Vgl. Meyer, Julius, a. a. O. S. 22.
[2] Vgl. Meyer, Julius, a. a. O. S. 27.

und unerleidlich. Damit kann der Feind unfehlbar von einem gewissen posto vertrieben werden[1]".

Es sind das alles Ideen genialer Männer, die um Jahrhunderte voraus dachten, deren Ideen aber, da sie meistens technisch nicht ausführbar waren, Ideen bleiben mußten.

Hier sei noch des großen Schwedenkönigs Karl XII. gedacht, der einen Gedanken praktisch durchführte, der auch heute noch — allerdings in besserer technischer Ausführung — zum Bestandteil moderner Kriegführung gehört. Beim Uebergang über die Düna (1701) steckte er bei günstigem Winde — wie Voltaire in seinem „Charles XII." berichtet — gewaltige Mengen feuchten Strohs an, um künstliche Nebel zu bilden. Unter dem Schutz dieser beizenden und dichten künstlichen Nebelschwaden setzte er dann, vom Feinde unbemerkt, über die Düna.

Durch stete Verbesserungen der Feuerwaffe war im 18. und 19. Jahrhundert bis zum Weltkriege hin jeder Krieg ein Bewegungskrieg. Die Feuerwaffe dominierte trotz aller Fortschritte, die die Verteidigungstechnik und die Kunst des Festungsbaues machten. Der Gedanke an einen chemischen Krieg trat fast ganz in den Hintergrund, wesentlich wohl, weil ein Heer, solange ein Krieg ein Bewegungskrieg war, chemischer Kampfstoffe nicht bedurfte.

Während der Napoleonischen Kriege machte ein englischer Chemiker den Vorschlag, Geschosse mit Blausäure zu füllen. Im Jahre 1854 wurde dem englischen Kriegsministerium eine Erfindung angeboten, Geschosse mit dem übelriechenden und giftigen Kakodyl und Kakodyloxyd zu füllen. Alle diese Vorschläge und Erfindungen wurden von militärischer Seite abgelehnt; ebenso im Jahre 1855 der durchaus ernsthafte und gut durchdachte Vorschlag des englischen Admirals Lord Dundonald, die Festung Sebastopol mit 400 bis 500 Tonnen Schwefel, die durch 2000 Tonnen Koks in Brand gesetzt werden sollten, auszuräuchern und so zur Uebergabe zu zwingen.

Während des Deutsch-Französischen Krieges 1870/71 unterbreitete ein deutscher Apotheker dem preußischen Kriegsministerium den harmlosen Vorschlag, Artilleriegeschosse mit dem Alkaloid Veratrin zu füllen, um den Feind zum dauernden Niesen zu bringen, wodurch — nach des Apothekers Meinung — Verwirrung entstünde und es ein leichtes sei, den Feind gefangenzunehmen. Der Vorschlag wurde abgelehnt.

Um die letzte Jahrhundertwende war die Chemie zu einer Weltmacht geworden. Der Gedanke lag nahe, daß Chemie und Kriegskunst sich miteinander verbinden und gegenseitig befruchten würden. Wohl aus dieser Erwägung heraus und aus der Befürchtung, daß dann jede Kriegsführung unmenschlich und grausam würde, unterzeichneten die meisten europäischen Staaten am 28. Juli 1899 die Haager Deklaration, durch die die vertragschließenden Mächte sich gegenseitig dem Verbot

[1] Vgl. Meyer, Julius, a. a. O S. 29.

unterwarfen, „solche Geschosse zu verwenden, deren einziger Zweck ist, giftige Gase zu verbreiten". Doch ein engerer Zusammenhang zwischen Chemie und Kriegskunst hat bis in die ersten Monate des Weltkrieges nicht bestanden. Wie die Lage in Deutschland war, schildert der große Chemiker Haber[1] anschaulich: „Eines war zu fordern: Zusammenhang nämlich zwischen dem Offizier und dem Naturwissenschaftler und Techniker, damit deren Vorstellungskraft und Urteil der militärischen Vorbereitung zugute kam. Gerade dieser Zusammenhang aber hat gefehlt. Im Hause des Deutschen Reiches lebten der General, der Gelehrte und der Techniker unter demselben Dache. Sie grüßten sich auf der Treppe. Einen befruchtenden Ideenaustausch aber haben sie vor dem Kriege nicht gehabt. Was war die Folge? Als die Heeresleitung zu Kriegsbeginn sich entschied, die Volkskraft nicht tropfenweise, sondern gesammelt in einem Schlage einzusetzen, waren die Leiber der Menschen geschult und bereit für diesen Einsatz. Die geistige Kraft der Nation aber war für diesen Tag nicht vorbereitet und an dieser Einseitigkeit wurde der Plan zuschanden, der uns einen entscheidenden Vorsprung verschaffen konnte."

Das war die Lage in Deutschland, wie auch wohl in den meisten übrigen Ländern vor dem Kriege, bis in den Weltkrieg hinein. Und darum hatte die deutsche Heeresleitung, trotz aller gegenteiligen Behauptungen der Feindesseite, auch gar keine Vorbereitungen für den Gaskrieg getroffen.

Nur die französische Armee besaß schon vor dem Kriege und bei Kriegsausbruch eine Gas-Pionierwaffe als Hilfsmittel für den Festungskrieg. Es waren das 26-mm-Gewehrgranaten ohne Sprengladung[2], die dem alleinigen Zweck dienten, die Dämpfe des giftigen Bromessigesters zu entwickeln. Sie bedeuteten mithin einen klaren Verstoß gegen die Haager Deklaration. Doch da diese Gewehrgranaten nur 19 ccm dieser giftigen Flüssigkeit enthielten, so waren sie in offenem Felde nur von geringer Wirkung.

Bei Kriegsausbruch war von dieser Waffe beim französischen Heere nicht sehr viel vorhanden. Erst nach der Marneschlacht, als die Heere zum Stellungskrieg übergegangen waren, ließ die französische Heeresleitung diese Waffe in größerer Zahl herstellen. Doch aus Mangel an Brom wurde das fast ebenso wirksame Chloraceton genommen. Am 7. Januar 1915[3] forderte der General Joffre diese Waffe für die Front an, und am 21. Februar 1915 gab das französische Kriegsministerium eine Dienstvorschrift über den Gebrauch dieser Gasgewehr- und Gashandgranaten an die Truppen heraus. Im März 1915 wurde dann diese Gasmunition gegen die deutschen Truppen verfeuert.

---

[1] Vgl. Haber, Fritz, a. a. O. S. 28 ff.
[2] Vgl. Haber, Fritz, a. a. O. S. 82.
[3] Vgl. Haber, Fritz, a. a. O. S. 84.

Schon zu Beginn des Weltkrieges machten französische Chemiker dem Kriegsministerium Vorschläge über die Verwendung von Gaskampfmitteln. So empfahl Ed. Justin-Mueller[1] bereits am 30. August 1914, Chlor und Schwefeldioxyd zu verwenden; ähnliche Vorschläge, chemische Kampfstoffe zu verwenden, machte der bekannte Sprengstoffchemiker Turpin, der Erfinder des Melinits. Aber das französische Kriegsministerium lehnte diese Vorschläge ab.

Die ersten Nachrichten über feindliche Vorbereitungen mit chemischen Kampfmitteln kamen zu uns durch einen Zeitungsartikel der „Pall Mall Gazette" am 17. September 1914. Aber es lag bei uns, die wir siegreich im Bewegungskrieg vordrangen, kein Bedürfnis nach derartigen Kampfmitteln vor. Das wurde erst nach der Marneschlacht anders, die uns den Stellungskrieg brachte. Von dieser Zeit ab datieren die ersten deutschen Versuche, Gaskampfstoffe zu verwenden, um mit deren Hilfe aus dem Stellungskrieg wieder zum Bewegungskrieg zu kommen.

Das erste deutsche Artilleriegeschoß, das einen chemischen Kampfstoff — das Salz des Dianisidins — enthielt, war die deutsche Ni-Granate, von der am 27. Oktober 1914 3000 Stück bei Neuve-Chapelle mit sehr mäßigem Erfolge verschossen wurden. Da bei diesen Geschossen die reine Schrapnellwirkung erhalten war, so war es kein Geschoß, das die Haager Deklaration verbot, ganz abgesehen davon, daß nicht giftige Gase verbreitet wurden, sondern nur ein harmloser Staub, der die Schleimhäute reizen sollte.

Wegen der geringen Wirksamkeit wurden auch nur wenige Granaten dieses Typs hergestellt. Wir gingen deswegen über zu der 15-Zentimeter-Granate, 12 T, die wir mit dem flüssigen Kampfstoff Xylylbromid füllten, und die wir im Januar 1915 an der Ostfront bei Lodz und später bei Bolimow und in den Argonnen verfeuerten. Aber auf den Schneefeldern Rußlands verflüchtigte sich dieser Kampfstoff nicht, und darum setzten wir ihm flüchtigere Stoffe in Form von Xylylenbromid[2] bei. Dann folgten Monobromaceton[3] und Brommethylaethylketon[4]. Diese Kampfstoffe hatten eine ähnliche reizende Wirkung auf Augen und Schleimhäute, wie der von den Franzosen benutzte Bromessigester.

Doch mit all diesen Reizgasen war kein durchschlagender Erfolg zu erzielen. Denn bei dem weitverzweigten System der feindlichen Stellungen wurden nur kleine Abschnitte mit wenig wirksamen Kampfstoffen getroffen, so daß die feindlichen Stellungen nicht sturmreif gemacht werden konnten. So war man denn besonders auf deutscher Seite bei all diesen Versuchen zu der Erkenntnis gekommen, daß für einen Erfolg

[1] Vgl. Meyer, Julius, a. a. O. S. 40.

[2] Dieses Gemisch von Xylyl- und Xylylenbromid bezeichneten wir im deutschen Heere als T-Stoff.

[3] Der deutsche B-Stoff.

[4] Der deutsche Bn-Stoff.

mit Gaskampfstoffen drei Bedingungen zu erfüllen seien: ein wirksamer Kampfstoff, Masseneinsatz dieses Kampfstoffes und die Ueberraschung des Gegners.

Diese drei Bedingungen erfüllte das Gasabblaseverfahren. Es wurden Gase — zuerst Chlor — in komprimiertem Zustande in Stahlzylindern in die vorderste Stellung eingebaut, bei günstigem Winde entwickelt und in gewaltigen Wolken zum Feinde hinübergetrieben. Dieses Gasabblaseverfahren wurde — wie bereits erwähnt — zum ersten Male in der Kriegsgeschichte von deutscher Seite am 22. April 1915 bei Ypern mit großem Erfolge angewandt.

So kam man aus dem Stadium des Experiments in das Stadium des Erfolges. Und seit dem 22. April 1915 rückte der Gaskampf durch stete Verbesserungen immer mehr in den Mittelpunkt aller Kampfhandlungen. Ohne Gaskampfstoffe war von jetzt ab kaum noch eine größere strategische Aufgabe zu lösen.

Obwohl fast zwei feindliche Divisionen am 22. April 1915 vernichtet wurden, wurde dieser große Erfolg von der deutschen Heeresführung taktisch nicht ausgenutzt, da sie von diesem neuen Kampfmittel eine derartige Wirkung nicht erwartet hatte und wohl auch nicht erwarten konnte.

Zunächst wurde Ypern vom 20. bis 22. April stark mit Brisanzmunition beschossen, und dann wälzte sich am Abend des 22. April in 6 km Breite und 600 bis 900 m Tiefe eine gewaltige weißgelbe Chlorwolke in 2 bis 3 m Sekundengeschwindigkeit heran, also im Tempo eines trabenden Pferdes. Die Wirkung war verheerend. Ein englischer Geistlicher schildert sie folgendermaßen[1]: „Wir waren in das offene Feld gegangen, um uns von der drückenden Luft in den Unterständen für einige Augenblicke zu erholen. Da wurden wir auf schweres Schießen im Norden aufmerksam, wo die Front von den Franzosen gehalten wurde. Augenscheinlich ein heißes Gefecht, und eifrig suchten wir das Gelände mit unsern Ferngläsern in der Hoffnung ab, etwas vom Fortschritt des Gefechtes feststellen zu können. Da sahen wir plötzlich etwas, was unsere Herzen aufhören ließ, zu schlagen — Menschen flohen wie toll und in Verwirrung über die Felder! „Die Franzosen fliehen!" riefen wir aus. Wir konnten unseren Worten kaum glauben... Auch die Geschichte, die sie erzählten, konnten wir nicht glauben, und wir schrieben sie ihrer durch die Furcht und den Schrecken verwirrten Phantasie zu — eine graugrüne Wolke war auf sie zugekommen und war bei ihrem Zuge über das Land gelb geworden, hatte alles, was sie berührte, zerstört und hatte den ganzen Pflanzenwuchs vernichtet. Kein menschlicher Mut hätte einer solchen Gefahr ins Auge sehen können. Dann taumelten die französischen Soldaten in unsere Mitte. Sie waren blind, sie husteten, sie keuchten, ihre Gesichter tiefrot, vor Todesangst

[1] Vgl. Meyer, Julius, a. a. O. S. 276.

waren sie sprachlos, und hinter ihnen, in den gasgefüllten Gräben, stellten wir fest, daß sie Hunderte von toten und sterbenden Kameraden zurückgelassen hatten. Das Unmögliche war nur zu wahr. Es war die greulichste und nichtswürdigste Sache, die ich jemals gesehen habe."

Lebend gefangen genommen wurden 6000 Soldaten, erbeutet 51 Geschütze und 70 Maschinengewehre.

Der Siegeslauf der Gaskampfstoffe beginnt.

Am 31. Mai 1915 bliesen wir an der Bzura-Rawka in einer Frontbreite von 12 km 12 000 Flaschen Chlor ab, wodurch 6000 sibirische Schützen erstickt und 3100 vergiftet und 15 000 Gefangene gemacht wurden[1]. Im ganzen haben wir etwa 50 größere Blaseangriffe durchgeführt, wozu wir im Herbst 1916 etwa 400 bis 500 Tonnen Kampfstoff gebrauchten[2].

Unsere Gegner übernahmen von uns das Gasabblaseverfahren. Zuerst die Engländer am 25. September 1915 bei Loos und dann die Franzosen im Februar 1916. Wir sowohl wie unsere Gegner setzten bald dem Chlor aus Gründen besserer Wirksamkeit Phosgen und Chlorpikrin hinzu.

Franzosen und Engländer wandten bis zum Schluß des Krieges das Gasabblaseverfahren an. Wir Deutschen führten den letzten Blaseangriff am 31. Januar 1917 an der Prosnes in der Champagne mit einem Gemisch von Chlor und Chlorpikrin aus, wo wir 18 000 Flaschen auf 9 km Frontbreite abbliesen; die Franzosen verloren allein 2500 Tote. Dieser Blaseangriff wurde von den Franzosen als der stärkste und furchtbarste des ganzen Krieges bezeichnet[3].

Daß wir trotz all dieser glänzenden Erfolge so frühzeitig das Gasabblaseverfahren aufgegeben haben, hat Gründe, die wir noch bei Würdigung der verschiedenen Gaskampfverfahren kennenlernen werden. Ehe wir näher darauf eingehen, möchte ich noch kurz den historischen Gang des Gaskrieges weiter darstellen.

Am 22. Februar 1916 führten die Franzosen bei Verdun für ihre 75-mm-Feldgeschütze Granaten ohne Sprengladung ein, die mit dem sehr giftigen Phosgen gefüllt waren. Wir folgten mit dem ähnlich wirkenden, aber sehr leicht zu laborierenden flüssigen Perstoff (Perchlorameisensäuremethylester = Grünkreuzkampfstoff[4]) — vgl. Abbildung 1

[1] Vgl. Meyer, Julius, a. a. O. S. 277.

[2] Vgl. Meyer, Julius, a. a. O. S. 278.

[3] Vgl. Hanslian, Rudolf, a. a. O. S. 17.

[4] Die Bezeichnung Grünkreuz-, Blaukreuz- und Gelbkreuzkampfstoff soll nicht etwa die Farbe des Kampfstoffes versinnbildlichen. Im Gegenteil handelt es sich bei diesen Kampfstoffen immer um farblose chemische Verbindungen, die auch farblose Gaswolken bilden. Die Bezeichnung ist willkürlich gewählt und hat ihren Grund darin, daß die mit bestimmten Gaskampfstoffen gefüllten Geschosse auf deutscher Seite mit grünen, blauen und gelben Kreuzen bemalt wurden, um sie leicht kenntlich zu machen und um Verwechslungen zu verhüten. Unsere Gegner hatten andere Bezeichnungen.

—, den wir zum ersten Male am 19. Mai 1916 bei Chattancourt verschossen.

Durch Einführung der Artilleriegeschosse ohne Sprengladung tritt der Gaskampf in eine neue Phase ein. Während die mit starker Reizwirkung ausgestatteten Chlorwolken ursprünglich nur das Ziel hatten,



Abbildung 1: Artilleriegasgeschosse verschiedener Kaliber, mit den bekannten verschiedenfarbigen Kreuzen (aus der Kriegszeit).

den Gegner aus der Stellung zu verjagen, um wieder in den Bewegungskrieg zu kommen, so hatten die Phosgen- (Grünkreuz-) Geschosse den Zweck, den Gegner sofort zu vernichten. Eine warnende Reizwirkung fehlte bei diesen Kampfgasen fast ganz, dafür trat die Giftwirkung beherrschend in den Vordergrund. Das war kriegstechnisch notwendig, wenn man eine Wirkung erzielen wollte, weil bald nach Einführung des Abblaseverfahrens der Gasschutz durch Aufstellung von Gasschutzposten und durch Einführung von Gasschutzgeräten (Gasmasken) immer mehr verbessert worden war, so daß das Moment der Ueberraschung fehlte und die Wirksamkeit des Chlors durch geeignete Gasmasken illusorisch wurde.

So begann ein Wettlauf zwischen Gasschutz und Gaskampfstoff.

Sobald eine Gasmaske sich auf einen Gaskampfstoff eingestellt hatte, mußte entweder ein neuer Kampfstoff eingeführt werden, oder es mußte der alte Gaskampfstoff so überraschend ohne warnende Reizwirkung den Gegner treffen, daß er nicht mehr in der Lage war, seine Gasmaske rechtzeitig aufzusetzen.

Auch die Form des Artilleriegasschießens war eine andere als die des Brisanzschießens. Während hier nach bestimmten Zielen geschossen wurde, kam es beim Artilleriegasschießen mehr darauf an, große Flächen zu vergasen oder auch sogenannte „Gassümpfe" und „Gassperren" zu schießen.

Dazu gehörte ein gewaltiger Einsatz an Gasmunition, der aber erst durch Einführung unseres Perstoffes möglich wurde. Der flüssige Perstoff ließ sich infolge seines geringen Dampfdruckes und seiner geringen Flüchtigkeit fast wie Wasser laborieren. Die Mannschaften, die die Granaten füllten, brauchten nur mit Gasschutzmasken ausgerüstet zu sein. Kleine Spritzer auf die Haut usw. schadeten kaum. Dann war ein ganz besonderer Vorzug bei der Laborierung des Perstoffes, daß er gleich in die Granathülsen gegossen werden konnte, während die bei der Artillerie bisher benutzten Gaskampfstoffe (T-, B-, Bn-, K-[1]Stoffe) erst umständlich in Bleibüchsen und diese dann erst in die Granathülsen eingelassen werden konnten.

Erst durch diese außerordentlich vereinfachte Laborierung wurde die Grundlage zur Massenherstellung von Artilleriegasgeschossen gelegt.

Bereits im Juni 1916 verschossen wir bei Fleury vor Verdun bei einem einzigen Beschuß 100 000 Granaten.

Am 4. April 1917 traten die Engländer bei Arras mit einem für den Nahkampf äußerst wirksamen Verfahren hervor, indem sie aus Gaswerfern mittels elektrischer Zündung zu gleicher Zeit mehrere hundert Gasminen auf engsten Raum auf unsere vorderste Stellung warfen. Durch dieses Verfahren wurden überraschend schnell gewaltige Gaswolken von höchster Konzentration gebildet, so daß kaum Zeit war, Gasmasken rechtzeitig anzulegen. Die Gaskonzentration war zeitweise derartig hoch, daß die gesunde Luft fast ganz verdrängt und so der schützende Atemeinsatz der Maske bald erschöpft wurde.

Diese sehr wertvolle englische Gaswerfertechnik haben wir Deutsche bald übernommen und verbessert. Wir bildeten neun Gaswerferbataillone, die während des Krieges ganz Hervorragendes geleistet haben. Zum ersten Male wurden sie beim Durchbruch der italienischen Front am 24. Oktober 1917 im Flitscher Becken eingesetzt und bald darauf im Dezember 1917 bei Cambrai und Givenchy.

Auf die Grünkreuzkampfstoffe hatten unsere Gegner ihre Gasmasken bald eingestellt. Um sie zu zwingen, ihre Gasmasken abzureißen, führten wir am 10. Juli 1917 bei Nieuport das Diphenylarsinchlorid und später das noch wirksamere Diphenylarsincyanid ein, Stoffe, die durch die bis dahin gebräuchlichen Gasmaskeneinsätze hindurch-

[1] Unser deutscher K-Stoff = unvollständig chlorierte Chlorameisensäuremethylester; ein besonders für die Augen starker Reizstoff, der 1915 von deutscher Seite in geringen Mengen verschossen wurde. Im übrigen vgl. Fußnoten 2, 3, 4 auf S. 28.

dringen konnten. Man nannte sie deswegen auch „Maskenbrecher".
Diese Stoffe sind keine Gase oder Flüssigkeiten, sondern feste Körper.
Die mit diesen Stoffen gefüllten Geschosse bezeichneten wir als Blaukreuzgeschosse.

Da diese festen Kampfstoffe, um wirksam zu sein, erst künstlich verstäubt und vernebelt werden mußten, so mußten diese Blaukreuzgeschosse mit erheblicher Sprengladung verschossen werden, so daß sie sich nur noch wenig von den Brisanzgeschossen unterschieden.

Wenn der Gegner durch Blaukreuz aus Atemnot gezwungen war, die Gasmaske abzureißen, wurde er gleichzeitig mit dem tödlich wirkenden Grünkreuz belegt. Dieses sogenannte „Buntschießen" wurde dann der Typus einer Angriffsmunition, da diese Kampfstoffe sich leicht verflüchtigten, so daß das vergaste Gelände nach einigen Stunden von unseren Truppen betreten werden konnte. Durch dieses „Buntschießen" konnte manche große Offensive erst erfolgreich eingeleitet werden.

Gleichzeitig machte sich aber bei uns das Bedürfnis nach einer Gasabwehrmunition immer dringender fühlbar. Ein Stoff, der bereits 1886 von dem deutschen Chemiker Viktor Meyer beschrieben war, das Dichloraethylsulfid, zeigte alle Eigenschaften, die man von einem Defensivkampfstoff verlangen muß.

Es hielt sich für lange Zeit im Gelände, verseuchte es und schädigte den Gegner aufs empfindlichste. Während die Grün- und Blaukreuzkampfstoffe aber nur die Schleimhäute und die Atmungsorgane angriffen und schädigten, griff das Dichloraethylsulfid außerdem noch die Haut durch schwere, langanhaltende Verätzungen an, so daß Gasmasken allein wenig nützen konnten. Diesen Stoff führten wir Deutschen am 11. Juli 1917 bei Ypern in den Gaskrieg als „Gelbkreuz" ein. Er wurde genau wie das Blaukreuz meistens in Granaten mit starker Sprengladung verschossen.

Das Gelbkreuz wurde bald der Typus eines außerordentlich wirksamen Defensivkampfstoffes. „Die Fertigung eigener Granaten gelang den Alliierten im Jahre 1917 nicht mehr. Wohl aber fielen den Engländern mit dem Vorstoß bei Cambrai am 20. November 1917, der infolge überraschenden Masseneinsatzes von Tanks gelang, größere Stapel von Gelbkreuzgranaten in die Hände, die sofort gegen die deutschen Linien verfeuert wurden. Die Wirkung des Gelbkreuzkampfstoffes haben somit die Deutschen zum ersten Male an ihren eigenen Granaten verspürt[1].
Der erste Einsatz unserer Gegner mit eigenem Gelbkreuz erfolgte Anfang Juni 1918 an der Marne.

Außer den bisher erwähnten Kampfstoffen wurden von unserer, aber ganz besonders von gegnerischer Seite noch die verschiedensten Kampfstoffe ausprobiert, meistens aber wieder verworfen. Sie im ein-

[1] Vgl. Hanslian, Rudolf, a. a. O. S. 20.

zelnen aufzuführen, würde den Rahmen dieses Kapitels zu sehr überspannen. Auf die Dauer bewährt haben sich aber nur im Anfang das Chlor und später bis zum Schluß des Krieges die Kampfstoffe der Grün-, Blau- und Gelbkreuzgruppe und einige reine Reizstoffe, besonders Augenreizstoffe.

Denn die Giftigkeit einer chemischen Verbindung bedeutet noch längst nicht, daß sie sich zum Gaskampfstoff eignet. Das sehen wir, um ein Beispiel herauszugreifen, am besten an der Blausäure, die die Franzosen zuerst am 1. Juli 1916 an der Somme im Gemisch mit Arsentrichlorid in großen Mengen verschossen haben. Sie versprachen sich davon die größten Erfolge. Aber die Dämpfe dieser Blausäure sind leichter als Luft und mischen sich sehr leicht mit ihr; dazu kommt, daß die Blausäure als Atemgift nur in Konzentrationen wirkt, die praktisch im offenen Felde kaum zu erreichen sind. Wir Deutschen wenigstens haben auf das Konto der Blausäure, trotzdem sie von den Franzosen in großen Mengen verschossen wurde, so gut wie keine Verluste zu buchen.

Die Geeignetheit einer chemischen Verbindung zum Gaskampfstoff — bis auf Chlor waren fast alle Kampfgase organische Verbindungen — hängt von vielen Vorbedingungen ab, so zum Beispiel von der Flüchtigkeit, der Verdampfungsgeschwindigkeit, dem spezifischen Gewicht, der Löslichkeit, der Beständigkeit usw.

Aber auch die Witterungsverhältnisse spielen bei den Kampfgasen eine außerordentlich wichtige Rolle. Besonders sind die Einatmungsgifte (Grün- und Blaukreuzgruppe) sehr abhängig von der Witterung, da ja die Luft Trägerin dieser Gifte ist. Schon ein etwas stärkerer Wind zerreißt, vertreibt, verdünnt derartige Kampfgaswolken bis zur Unwirksamkeit, oder bei lang anhaltendem Sonnenschein werden sie infolge der aufsteigenden Luftströmungen in die Höhe gewirbelt. Darum eignen sich meistens auch nur ganz bestimmte Tageszeiten, wie die Morgendämmerung, zum Verschießen dieser Atemgifte. Besonders nachteilig wirken auf diese Gase Feuchtigkeit und Regen. So zum Beispiel wird das Phosgen beim Zusammentreffen mit Wasser sofort in die zwei praktisch so gut wie unwirksamen Substanzen Kohlendioxyd (Kohlensäure) und Clorwasserstoff (Salzsäure) zerlegt ($COCl_2 + H_2O = CO_2 + 2\,HCl$). Darum wäre es unsinnig, Phosgen bei Regenwetter zu verschießen. Das flüssig-ölige Gelbkreuz dagegen ist von Wärme und Wind gar nicht abhängig, es bleibt überall hängen und liegen. Dagegen wird es durch Wasser allmählich auch in unwirksame Substanzen zerlegt. Bei trokkenem Wetter hält es sich wochenlang im Gelände, ohne an Wirksamkeit sehr einzubüßen.

Schon aus diesen Andeutungen sehen wir, welche hohen Ansprüche an Wissen und Können an den gestellt werden, der im Kriege mit Kampfgasen umzugehen hat. Zu dieser Erkenntnis werden wir noch

mehr kommen, wenn wir das Wesen, die Vorteile und Nachteile der einzelnen Kampfgasverfahren kurz miteinander vergleichen.

Wir kennen diese einzelnen Verfahren bereits: das Abblaseverfahren, die Gaswerfertechnik und das Artilleriegasschießen.

Das Abblaseverfahren kann nur von einer Sondertruppe, den sogenannten Gasregimentern, durchgeführt werden. Dieses Verfahren ist sehr umständlich und zeitraubend, da die Tausende von Gasflaschen nächtelang sorgfältig und vom Feinde unbemerkt in die vordersten Stellungen eingebaut werden müssen. Und wenn sie dann glücklich eingebaut sind, kommt die Wartezeit auf einen günstigen Wind, die bei langer Dauer für die Truppe oft eine außerordentlich starke Nervenanspannung bedeutet. Die lange Zeit des Einbauens in die Schützengräben, die dadurch bedingte Unruhe haben das Abblaseverfahren bei der Truppe wenig beliebt gemacht.

Dazu kommt noch, daß das Abblaseverfahren wegen der Schwierigkeit und der langen Dauer des Einbauens nur an ruhigen Fronten, aber nicht an Fronten mit lebhafter Kampftätigkeit ausgeführt werden kann. Und gerade hier verlangt die Truppe oft am meisten nach Kampfgas.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Durchführung des Abblaseverfahrens ist ein homogener Wind, der keinen aufsteigenden oder gar böigen Charakter haben darf, von 2 bis 3 m Sekundengeschwindigkeit.

Als Kampfstoffe eignen sich zum Blaseverfahren nur chemische Verbindungen von tiefem Siedepunkt, also Stoffe, die freiwillig verdampfen, wie Chlor und Phosgen. Mithin kommen die Blau- und die Gelbkreuzgruppe — die doch zu unsern wirksamsten chemischen Kampfstoffen zu zählen sind — wegen ihres hohen Siedepunktes für das Blaseverfahren nicht in Frage. Und gerade gegen Chlor und Phosgen kann man sich am leichtesten durch unsere Gasmasken schützen.

Die deutschen Chlorflaschen hatten ein Gewicht von 40 kg und enthielten 20 kg Kampfstoff, die französischen wogen sogar 70 kg. Dieses hohe Gewicht machte den Transport in die vordersten Stellungen, da sie einzeln getragen werden mußten, sehr beschwerlich.

Eine Chlorflasche wurde bei voll geöffnetem Ventil in etwa 2 bis 3 Minuten unter lautem Zischen entleert. Dieses Zischen pflegte man im Kriege durch gleichzeitig eingelegtes Maschinengewehr- und Brisanzgeschoßfeuer zu verdecken.

In alle Schluchten, Täler, Schützengräben, Unterstände senkt sich die schwere Gaswolke. Besonders im Winter sind die Unterstände bei der aufsteigenden warmen Luft schnell mit Gas gefüllt. Um Anhöhen fließen die Gaswolken herum, so daß immer gasfreie Inseln bleiben, die von Gasminenwerfern noch besonders mit Gas belegt werden müssen. Abhänge rollen die Wolken infolge ihrer Schwere selbst bei leichtem Gegenwind hinunter, wie ein Stein oder wie Wasser einen Abhang hin-

unterrollt. Nur vor Wäldern, Kornfeldern, Bergen stauen sie sich. Das sind erhebliche Hindernisse für geblasene Gaswolken.

Die wirksame Reichweite des Blaseverfahrens wird unter günstigen Bedingungen auf 10 km geschätzt, doch bis zu 35 km ist der Geruch des Chlors zeitweise im Kriege gespürt worden.

Das Abblaseverfahren ist eigentlich nur ein Gaskampfmittel für den Nahkampf gewesen.

Die große Abhängigkeit von der Witterung und vom Gelände, die Gebundenheit an einige wenige Kampfstoffe, die Umständlichkeit der Vorbereitung, dann die Abhängigkeit von einer Sondertruppe haben uns Deutsche schon Anfang 1917 veranlaßt, das Abblaseverfahren aufzugeben.

Noch ausgeprägter als Gaskampfmittel für den Nahkampf ist das Gaswerferverfahren. Die Reichweite der Gaswerfer langt nur bis zu 3 km. Das Einbauen in die vordersten Stellungen ist verhältnismäßig schnell geschehen, aber auch hier ist eine Sondertruppe notwendig.

Wenn 1000 Gaswerfer zu gleicher Zeit vermittels elektrischer Zündung 1000 dünnwandige Eisenflaschen mit 12 bis 15 l, also über 20 000 kg, Gaskampfstoff auf die vordersten Linien werfen, dann haben wir das Moment der Ueberraschung in Verbindung mit der Höchstkonzentration des Kampfstoffes in seltener Vollkommenheit, allerdings nur auf sehr beschränktem Raume. Die Konzentration der Kampfgase ist zeitweise so stark, daß die gesunde Atemluft fast ganz verdrängt wird, so daß der Tod dann einfach aus Luftmangel trotz Gasmaske eintreten kann. Wer seine Gasmaske nicht griffbereit zur Hand hat und sie nicht innerhalb weniger Sekunden aufsetzen kann, ist immer verloren.

Als Kampfstoffe kommen bei dem Gaswerferverfahren hauptsächlich freiwillig verdampfende Gase, wie Phosgen, in Frage. Die Gaswerfer sind von Wind, Wetter und Gelände ziemlich unabhängig. Nur große Kälte und Regen stören, da besonders Phosgen sich bei Kälte schlecht entwickelt und bekanntlich durch Regen sofort zerstört wird.

Die Nachteile sind aber die geringe Reichweite und die Abhängigkeit von einer Sondertruppe.

Das Artillerieschießverfahren ist das vollkommenste, umfassendste Verfahren, es ist das souveräne aller Gaskampfverfahren. Denn es gibt hierbei keine Abhängigkeit von einer Sondertruppe, keine Gebundenheit an einen bestimmten Kampfstoff, keine ängstliche Abhängigkeit von Witterung und Gelände. Und der ganz besondere Vorzug ist, daß der Feind in allen seinen Stellungen, bis in die hintersten Linien und die letzten Reservestellungen erfaßt werden kann. Anmarschwege können unpassierbar gemacht werden, und mit Gelbkreuz können weite Geländestrecken so verseucht werden, daß sie geräumt werden müssen und für lange Zeit nicht betreten werden können. Das Artillerieschießverfahren ist außerordentlich elastisch: es ist möglich, dauernd mit den

Kampfstoffen zu wechseln, so daß der Gegner mit seinen Gasmasken oft in ärgste Bedrängnis kommt.

Nur Sumpf und Wasser stören, und wenn Grün- und Blaukreuz verschossen werden, darf kein starker Wind — nur bis 1 m in der Sekunde — herrschen, da sonst die Gaswolken zerrissen, vertrieben und zerstört werden.

Wälder, Kornfelder und Berge stören nicht, sie sind im Gegenteil sehr willkommene Ziele.

Nur das Moment der Höchstkonzentration (Massenwirkung) ist nicht so einfach durchzuführen. Um das Moment der Höchstkonzentration zu erreichen, mußte während des Krieges der Verbrauch an Gasmunition ganz gewaltig steigen. 1918 waren bereits 30 % der Artilleriemunition auf deutscher Seite mit Gaskampfstoffen gefüllt, während die Anforderungen von der Front noch bedeutend höher waren.

Zu erwähnen ist noch das Gasminenschießen, das meistens nur zur Beunruhigung des Gegners oder als Ergänzung zu andern Gaskampfverfahren, wie zum Beispiel dem Abblaseverfahren, benutzt worden ist, das aber wegen seiner geringen Reichweite und der geringen Konzentration seiner Gaswolken nie größere Bedeutung im Kriege gehabt hat.

Auch Rauch und Nebel wurden im Kriege künstlich erzeugt. Selbst Granaten mit Nebelstoffen wurden verschossen, weniger um den Gegner einzunebeln, als um die Geschütze gut einschießen zu können. Mit Hilfe von Tanks und Flugzeugen wurden gern Nebelwolken gebildet, indem „Oleum" oder Schwefeltrioxyd in den Auspuff gespritzt wurde. Durch die große Hitze und die ausströmenden Gase der Motoren wurden diese Substanzen dann in feinster Weise zerstäubt und bildeten so dichte, undurchsichtige Nebelwolken.

Der künstliche Nebel spielte besonders bei der Marine eine große Rolle. Auf dem Festlande wurden Blaseangriffe häufig mit Nebelangriffen kombiniert in der Weise, daß die Nebelangriffe an den Flügeln der Blaseangriffe angesetzt wurden. Dadurch wurde die Frontbreite des Blaseangriffes bedeutend vergrößert. Der moralische Eindruck beim Gegner stieg gewaltig. Zugleich wurde die feindliche Artillerie auf die Nebelangriffe abgelenkt und so getäuscht. Durch diese List glückte uns besonders bei den Russen mancher Angriff, da sich die Artillerie auf die Nebelwolken eingestellt hatte.

Ein sehr guter Nebelbildner ist das Verbrennungsprodukt des Phosphors: das Phosphorpentoxyd. Wir benutzten als Ersatz hierfür konzentrierte Schwefelsäure, die wir auf gebrannten Kalk tropfen ließen, wodurch undurchsichtige, schwere, weiße Nebel erzeugt werden. Technisch wurde dieses Verfahren mit Nebeltöpfen durchgeführt, die für den Gebrauch auf See noch mit Schwimmvorrichtungen versehen wurden. Durch diese dichten Nebelwolken konnten die Bewegungen der Schiffe

fast vollkommen verdeckt werden, wie es mit Erfolg in der Seeschlacht beim Skagerrak am 31. Mai 1916 versucht worden ist.

Das ist, in großen Zügen dargestellt, die Geschichte und die Technik des Gaskrieges.

Der Gaskrieg verlangt Ueberlegung, Können und Wissen. Er verlangt Mut, Tapferkeit und Manneszucht von dem, der, in Gaswolken gehüllt, keuchend unter der Gasmaske, ohne Führer, ohne Sicht, kämpfen, sich wehren und dann noch siegen soll.

Diese moderne Kampfwaffe verlangt die besten Mannestugenden; sie verlangt körperliche, geistige, seelische Höchstleistungen: sie verlangt den ganzen Mann.

3. Kapitel

Einführung in die Welt der Giftgase

Vor dem Weltkriege spielten die „Giftgase" im Bewußtsein der Menschen nur eine geringe Rolle. Es gab natürlich Giftgase; es gab sogar fast ebensoviel Giftgase, wie es heute gibt. Aber es hatte eigentlich mit ihnen nur der Fachmann und der Facharbeiter in den Fabriken zu tun, in denen Gase irgendwie verarbeitet wurden. Diese Menschen wurden geschützt durch die Unfallverhütungsvorschriften, die die Berufsgenossenschaften der chemischen Industrie für die einzelnen Betriebe aufstellten. Die übrigen Menschen kümmerten sich um die „Giftgase" kaum. Bei den meisten — besonders humanistisch — Gebildeten ging die Kenntnis der Giftgase kaum über die Bekanntschaft mit Kohlenoxyd, Blausäure, Salpetersäure, Schwefelsäure usw. hinaus. Selbst diese Gase kannten sie meistens nur vom Hörensagen.

Erst als der Mensch im Kriege auf den Gedanken kam, Giftgase zu benutzen, um seinen Gegner zu töten, erst da traten sie näher in seinen Vorstellungskreis. Der Soldat lernte zuerst die Giftgase kennen; er sah und staunte diese Giftgaswolken an. Aber diese Art, zu kämpfen, lag seinem Denken, seiner Vorstellung über ritterliche Kampfesweise so fern, daß er sie zunächst ablehnte und infolgedessen zu ihr auch in kein inneres Verhältnis kam. Er wußte nichts damit anzufangen. Sein Gewehr war wenigstens etwas Handgreifliches; er konnte sich den Mechanismus erklären, er konnte das Gewehr in seine einzelnen Teile zerlegen. Aber die Welt der Giftgase war ihm fremd, geheimnisvoll und rätselhaft; wenn er in sie eindringen wollte, wurde sie ihm aus Gründen militärischer Sicherheit vorenthalten. Er sah wohl auf den Granaten geheimnisvolle Zeichen: Ringe und Kreuze; was aber in den Granaten war, wußte er nicht.

Darum konnte er auch gar nicht wissen, daß das, was in den Granaten war, im Sinne der physikalischen Definition des Begriffes „Gas" meistens gar keine Gase waren, sondern daß es sich in der Regel um flüssige und feste Stoffe handelte, die erst vergast und verdampft werden mußten. So sah er nur die Gaswolken. Das, was er sah, nannte er „Gas".

So hat sich denn besonders für die chemischen Kampfstoffe das Wort „Gas" in den Sprachgebrauch eingebürgert. Man spricht von Gaskampf, Gasschutz, Gasabwehr, Gasüberfall, Gasmunition usw. Tatsächlich ist im Sinne der physikalischen Definition des Begriffes Gas nur das Chlor, das am 22. April 1915, dem „schwarzen Tag von Ypern" (15000 Ver-

giftete auf Feindesseite, davon 5000 Tote), in großen Mengen abgeblasen wurde, ein reines Gas. Alle chemischen Kampfstoffe, die dem Chlor folgten, sind keine reinen Gase; es sind meistens organische Verbindungen von komplizierter chemischer Zusammensetzung — also Abkömmlinge des Kohlenstoffs —, die fast immer in flüssiger, aber auch in fester Form vorkommen. Sie alle haben die Eigenschaft, entweder freiwillig zu vergasen und zu verdampfen, wie in der Regel Phosgen, oder sie müssen künstlich unter Energieaufwand, z. B. durch Verfeuern in Brisanzgeschossen mit erheblicher Sprengladung, vergast, verdampft oder verstäubt werden. In dieser vergasten, verdampften, verstäubten Form lernte der Soldat die chemischen Kampfstoffe kennen. Er sah eben nur die Gaswolke, und darum nannte er alles „Gas", was an chemischen Substanzen verschossen wurde. Doch müssen wir uns immer darüber klar sein, daß diese „Gase" chemische Stoffe sind, die meistens flüssig oder auch fest sind.

Dadurch, daß wir zu dem Begriffe „Gas" das Wort „Kampf" setzen, also „Kampfgas", wissen wir, daß wir es mit einer besonderen Form von Gasen zu tun haben. „Kampfgas" ist ein kurzer, prägnanter Ausdruck, der praktischen Bedürfnissen entspringt und ihnen genügen mag; während „chemischer Kampfstoff" der wissenschaftlich richtige Ausdruck für alle chemischen Substanzen ist, die unter dem Sammelbegriff „Gas" kriegstechnisch Verwendung gefunden haben.

Die Zahl der chemischen Stoffe, die während des letzten Krieges eine Rolle gespielt haben, ist groß. Würden wir sie im einzelnen aufführen, so würde sich uns eine verwirrende Fülle von chemischen Substanzen präsentieren, die aber zum größten Teil nur noch historisches Interesse haben; denn ebenso schnell, wie sie im Gaskampf auftauchten, verschwanden die meisten von ihnen wieder, da sie durch wirksamere Kampfstoffe ersezt werden konnten.

Außer der Grünkreuzgruppe (Phosgen, Perchlorameisensäuremethylester = „Perstoff" und Chlorpikrin), der Gelbkreuzgruppe (Dichloraethylsulfid = „Yperit", „Senfgas", „Lost" und ß-Chlorvinylarsindichlorid = „Lewisit") und der Blaukreuzgruppe (Clark I, Clark II, Adamsit, Aethylarsindichlorid = „Dick") haben nur wenige Kampfstoffe bis Ende des Krieges Verwendung gefunden.

Da wir uns nicht nur mit den chemischen Kampfstoffen, sondern auch mit vielen anderen „Giftgasen" beschäftigen wollen, so müssen wir uns zunächst zum besseren Verständnis mit gewissen Grundbegriffen, die uns von der Schulzeit her vielleicht nicht mehr geläufig sind, wieder vertraut machen. Denn die Welt der Giftgase ist eine andere Welt wie die der festen und flüssigen Körper. Auch können wir uns gegen die Giftgase nur wehren und schützen, wenn wir ihre Eigenschaften, ihr Wesen, ihren Charakter kennen; genau wie wir z. B. das Ungeziefer am ehesten bekämpfen können, wenn wir seine Lebensgewohnheiten kennen.

Zunächst unterscheiden sich die Gase von den festen und flüssigen Körpern dadurch, daß sie keine bestimmte Gestalt besitzen und auch keinen bestimmten Raum einnehmen. Das, was die festen und flüssigen Körper miteinander verbindet, die sogenannte Kohäsionskraft, also die Anziehung der einzelnen benachbarten Teilchen, fehlt den Gasen; sie suchen sich vielmehr nach allen Richtungen auszudehnen und jeden Raum zu erfüllen. Deswegen gehören die Luft und alle luftförmigen Körper auch zu den Gasen.

Die meisten Gase sind farblos; gefärbt sind von den bekannteren Gasen z. B. Chlor, Brom, Stickstoffdioxyd. Auf keinen Fall darf uns bei den chemischen Kampfstoffen die Bezeichnung Grünkreuz, Blaukreuz, Gelbkreuz zu der Annahme verleiten, daß wir es mit Kampfstoffen zu tun haben, die grün, blau oder gelb gefärbt seien. Es handelt sich bei diesen Kampfstoffen ausschließlich um farblose chemische Verbindungen, die auch farblose Gaswolken bilden.

Die Bezeichnung ist willkürlich gewählt worden und hat bekanntlich ihren Grund darin (vgl. Fußnote 4, Seite 30), daß die mit bestimmten Gaskampfstoffen gefüllten Geschosse auf deutscher Seite mit grünen, blauen und gelben Kreuzen bemalt wurden, um sie leichter kenntlich zu machen und um Verwechslungen zu verhüten. Denn es war aus praktischen Ueberlegungen notwendig, dem Soldaten Gasgranaten mit sinnfälligen Bezeichnungen in die Hand zu geben, da sonst die folgenschwersten Verwechslungen hätten eintreten können.

Die meisten Gase lassen sich durch Verstärkung des Druckes bei Zimmertemperatur verflüssigen. Unsere chemischen Kampfstoffe sind dagegen — wie wir wissen — in ihrem ursprünglichen Aggregatzustand bereits fast sämtlich flüssig oder fest; sie müssen deswegen meistens erst durch Energieaufwand, zum Beispiel durch Verfeuern in Granaten, vergast und verdampft werden.

Die Verflüssigung eines Gases hängt von einer ganz bestimmten Temperatur, der sogenannten „kritischen Temperatur", ab. Wenn diese „kritische Temperatur" überschritten wird, so gelingt es selbst durch weitere Steigerung des Druckes nicht, ein Gas zu verflüssigen. Ein bekanntes Beispiel ist das Kohlendioxyd (Kohlensäure). Bei der Kohlensäure liegt die kritische Temperatur bei + 31°; wenn wir auf Kohlsensäure einen Druck von 73 Atm. ausüben bei einer Temperatur, die unter 31° ist, so bilden sich die ersten Spuren von flüssiger Kohlensäure. Liegt die Temperatur aber über 31°, dann vermag auch verstärkter Druck nicht, die Kohlensäure zu verflüssigen.

Hier können wir einschalten, daß Dampf, Nebel, Rauch etwas anderes sind als Gas. Dampf entsteht aus Flüssigkeiten, die erwärmt werden. Man kann Dampf wieder in die flüssige Form zurückführen.

Nebel erscheint für unser Auge als Gas. In Wirklichkeit besteht Nebel aus kleinsten Flüssigkeitströpfchen, die in Gasen schweben. Die

Abscheidung dieser Tröpfchen kann aber nur erfolgen, wenn Keime in der Luft, zum Beispiel Staub, Ruß usw. vorhanden sind.

Rauch können wir als einen Nebel bezeichnen, dessen Teilchen fest sind.

Gase vereinigen sich im Gegensatz zu manchen Flüssigkeiten (zum Beispiel Oel und Wasser) zu einheitlichen Mischungen.

Wenn Gase sich vollkommen miteinander vereinigen und vermischen, ohne daß ein Druck von außen auf sie ausgeübt wird, so nennt man diesen Vorgang *Diffusion*.

Selbst Gase, die durch poröse Wände voneinander getrennt sind, können sich miteinander vereinigen. Leichte Gase diffundieren schneller als schwere; so diffundiert zum Beispiel Kohlendioxyd langsamer durch eine poröse Wand als Luft, da es schwerer als Luft ist; es ist also die *Diffusionsgeschwindigkeit abhängig vom Molekulargewicht*.

Wie feste Körper sich mit flüssigen Körpern zu homogenen Flüssigkeiten vereinigen können (ein Beispiel: Auflösung eines Stückes Zucker in einer Tasse Kaffee), so können sich auch Gase mit Flüssigkeiten vereinigen. Die Auflösung von Gasen in Flüssigkeiten wird als *Absorption* (Aufsaugung) bezeichnet.

Die *Löslichkeit* eines Gases in Flüssigkeit hängt — abgesehen von der Natur des Gases und des Lösungsmittels — ganz besonders ab vom Druck und von der Temperatur. Die Löslichkeit des Gases ist dem Drucke proportional. Vermindert sich der Druck, so tritt ein Teil des Gases aus der Lösung wieder aus. Ein sehr bekanntes Beispiel hierfür ist das Entweichen der Kohlensäure aus offenen Selter- oder Sektflaschen.

Auch tritt ein Gas aus einer Flüssigkeit aus, wenn man gashaltige Flüssigkeit erwärmt. Selbst feste Stoffe können Gase aufnehmen: zum Beispiel nimmt festes Paraffin flüchtige Kohlenwasserstoffe auf, oder ~~Hexamethylentetramin (Urotropin) und~~ hochporöse Holzkohle in unseren Gasmaskeneinsätzen ~~nehmen~~ nimmt Phosgen auf. Aber hierbei handelt es sich nicht nur um reine Lösungsvorgänge, sondern meistens um eine *Verdichtung an der Oberfläche* (*Adsorption*).

Die Verteilung von Gasen ist nicht nur von Diffusionsvorgängen, Adsorbierbarkeit usw. abhängig, sondern auch von Temperaturunterschieden.

Die stärker erwärmten Gasschichten wandern nach oben, die kälteren sinken zu Boden. Diese Luftströmungen (*Konvektionsströme*) entstehen besonders dann, wenn die Temperatur Schwankungen unterliegt. Sehr schön kann man diese Luftströmungen beobachten beim Tabakrauch. Die Konvektionsströme sind von großer Bedeutung bei Bränden, bei Rauchgasvergiftungen, bei Wanderungen von Leuchtgas in Häusern usw. Darum müssen wir bei Kellerbränden immer damit rechnen, daß evtl. entstehende giftige Brandgase ihren Weg in die oberen Etagen der Häuser nehmen.

Hier sei noch erwähnt, daß Mischungen von Luft mit „brennbaren" Gasen, wie Benzin, Benzol, „explosiv" sind. Das beruht auf der chemischen Reaktionsfähigkeit solcher Verbindungen. Mit zunehmender Temperatur nehmen diese chemischen Umsetzungen eine ganz bedeutende Beschleunigung an.

Bei diesen explosiven Gemischen besteht eine sogenannte Explosionstemperatur, d. h. es braucht nur das Gemisch oder auch nur ein Teil des Gemisches diese Temperatur erreicht zu haben, dann erfolgt Entzündung oder Explosion. Es genügt also häufig ein Funke, der mit dem Gasgemisch in Verbindung kommt, um es zur Explosion zu bringen. Die so eingeleitete Reaktion pflanzt sich infolge der hohen Wärmeentwicklung mit allergrößter Geschwindigkeit fort; und dadurch entsteht eine Explosion.

Die genannten Gase explodieren aber nicht in jedem Mischungsverhältnis mit Luft und Sauerstoff; zum Beispiel kann ein Methanluftgemisch nur explodieren, wenn es mehr als 5,3 % Methan enthält („schlagende Wetter"), Kohlenoxyd explodiert bei einem Gehalt von 15—75 % in der Luft, Leuchtgas bei etwa 10—20 %, Benzol bei 1—60 %.

Es können auch einheitlich zusammengesetzte Gase, zum Beispiel Acetylen oder Ozon, explodieren bei Entwicklung von Wärme und Erhöhung des Druckes; ebenso auch die flüssige Blausäure. Sauerstoffbomben können explodieren, wenn sie einige Prozent Wasserstoff enthalten.

Bei der Explosion von Flüssigkeiten und festen Körpern liegen die Verhältnisse viel komplizierter als bei Gasen; aber die Ursache ist hier auch stets die Entwicklung von Wärme und eine plötzliche Volumenänderung.

Wir müssen uns noch mit einigen Eigenschaften, die die chemischen Kampfstoffe ganz besonders auszeichnen, beschäftigen.

Das spezifische Gewicht fast aller chemischen Kampfstoffe ist in Dampfform größer als das der Luft. Das ist deswegen notwendig, weil sonst die aus diesen Stoffen erzeugten Gaswolken das Bestreben haben würden, nach oben zu steigen, während sie umgekehrt in der Luft schweben oder sich nach unten senken sollen.

Die Blausäure, die von den Franzosen im letzten Kriege viel verschossen wurde, hat allerdings ein leichteres spezifisches Gewicht als die Luft. Um sie spezifisch schwerer zu machen, wurde sie mit Arsentrichlorid oder Zinntetrachlorid, die etwa acht- bezw. elfmal so schwer wie Luft sind, vermischt.

Die Flüchtigkeit der einzelnen Kampfstoffe ist sehr verschieden und muß auch sehr verschieden sein. Wir müssen von Einatmungsgiften (Phosgen, Perchlorameisensäuremethylester usw.) eine große Flüchtigkeit verlangen, damit sie sich schnell mit der Luft vermischen können; während anderseits Kampfstoffe, die für lange Zeit im Gelände liegen-

bleiben sollen, wie zum Beispiel Gelbkreuz (Dichloraethylsulfid), eine geringe Flüchtigkeit haben müssen.

Die Flüchtigkeit ist abhängig von der Temperatur, d. h. sie sinkt mit fallender Temperatur und wächst mit steigender Temperatur schnell an. Ein bekanntes Beispiel ist das Dichloraethylsulfid (Yperit, Gelbkreuz, Lost): Bei 14° verdampfen 345 mg im cbm; bei 39° dagegen verdampfen 2980 mg im cbm.

Diese Tatsache spielte im Kriege für die Truppen oft eine verhängnisvolle Rolle; wenn zum Beispiel die Uniformen mit Spuren von Gelbkreuz benetzt waren und wenn die Soldaten mit diesen Uniformen in die warmen Unterstände kamen, dann verflüchtigte sich das Dichloraethylsulfid und es traten zu den Hautverbrennungen noch schwere innere Schädigungen durch Einatmung auf.

Auf dem Gasplatz Breloh konnte ich diese Erscheinungen im Winter häufig beobachten, wenn die Arbeiter Holz, das — wie sie nicht wissen konnten — mit Gelbkreuz irgendwie benetzt war, zum Trocknen in ihren Baracken an die Oefen legten. Der Kampfstoff verflüchtigte sich schnell, und es traten schwerste Vergiftungen ein. Wie oft bin ich nachts zu solchen Vergiftungen gerufen worden!

Sehr flüchtig sind chemische Kampfstoffe, die einen niedrigen Siedepunkt haben, wie zum Beispiel Chlor mit einem Siedepunkt von — 35,5° oder Phosgen mit einem Siedepunkt von + 8,2°. Sie sind so flüchtig, daß man sie ohne weiteres im Felde gar nicht verwenden kann. Sie müssen erst unter Druck in besonderen Behältern verflüssigt werden. Wenn sie dann aus den Behältern, wie zum Beispiel Chlor aus den Chlorflaschen, herausgelassen werden, gehen sie aus eigener Kraft in den gasförmigen Zustand über. Aber der Siedepunkt der meisten Kampfstoffe (zum Beispiel der der Gelb- und Blaukreuzgruppe) liegt über der Tagestemperatur, und darum haben sie nicht die Fähigkeit, wie die komprimierten Kampfstoffe Chlor, Phosgen, Blausäure, freiwillig zu vergasen.

Sie müssen deswegen künstlich vergast, verdampft, verstäubt, vernebelt werden. Das künstliche Vergasen, Verdampfen und Verstäuben geschieht in der Weise, daß in die Gasgranaten noch eine Sprengladung eingebettet wird. Bei dieser Art der Vergasung, Verdampfung und Verstäubung werden nicht eigentliche Gaswolken gebildet, sondern mehr Flüssigkeitsnebel, die sich aus mikroskopisch kleinen Flüssigkeitströpfchen zusammensetzen und — bei den festen Blaukreuzkampfstoffen — auch Staubwolken, die aus ultramikroskopisch kleinen Staubpartikelchen bestehen. Diese Flüssigkeitsnebel und Staubwolken erscheinen aber dem bloßen Auge als reine Gaswolken.

Eine Eigenschaft, die fast alle chemischen Kampfstoffe auszeichnet, ist ihre große Oberflächenaffinität. Ihre Dämpfe haften fest an Webstoffen, an Gras, am Erdboden, an Strauchwerk, an der Oberfläche des Körpers.

Diese Eigenschaft gab auch einen Fingerzeig für die Abwehr und die Vernichtung vieler Kampfstoffe. Es wurden in die Atemeinsätze der Gasmasken neben chemisch wirkenden Zerstörungsmitteln auch physikalisch wirkende Stoffe eingelagert in Form von hochporöser Holzkohle, Kieselgur usw., wodurch viele Kampfgase vollkommen adsorbiert werden.

Bei der Wirkung auf den menschlichen Organismus müssen wir bedenken, daß fast alle chemischen Kampfstoffe organische Verbindungen sind, die sich leicht in Fetten und fettähnlichen Stoffen auflösen. Diese organischen Verbindungen dringen leicht und schnell in die lebende Zelle ein. Sobald sie in die Zelle eingedrungen sind, gehen sie innerhalb der Zelle mit anderen lebenswichtigen Stoffen chemische Umsetzungsreaktionen ein.

Diese Fähigkeit wird ganz besonders dadurch begünstigt, daß die meisten chemischen Kampfstoffe starke reaktive Gruppen und starke ungesättigte Verbindungen enthalten, die auch Additionsverbindungen zu bilden vermögen.

Zu den leicht in Reaktion tretenden Gruppen gehören die meisten Halogenatome in chemischen Verbindungen, wie zum Beispiel das Cloratom im Phosgen (Grünkreuz), im Dichloraethylsulfid (Gelbkreuz), in den Arsinchloriden (Blaukreuz) usw. Diese Halogenatome sind nur lose gebunden und setzen sich leicht mit Wasser, also auch mit dem Wasser in den feuchten Schleimhäuten und mit anderen Verbindungen um.

Bei dem komplizierten Bau vieler chemischer Kampfstoffe müssen wir annehmen, daß bei der chemischen Umsetzung dieser Kampfstoffe im Organismus sogar vollkommen neue Verbindungen von großer Wirksamkeit und Giftigkeit sich bilden.

Auffallend bei den meisten chemischen Kampfstoffen ist ihre hydrolytische Spaltbarkeit, und gerade die am stärksten wirksamen Verbindungen, wie das Phosgen (Grünkreuz) und das Dichloraethylsulfid (Gelbkreuz), zerfallen bei der Berührung mit Wasser in praktisch ungiftige Körper, wie aus folgenden Formelbildern hervorgeht[1]:

$$COCl_2 + H_2O = CO_2 + 2\,HCl$$

Phosgen + Wasser = Kohlendioxyd + Chlorwasserstoff
(Kohlensäure) (Salzsäure)

oder:

$$S(CH_2 \cdot CH_2Cl)_2 + 2\,H_2O = S(CH_2 \cdot CH_2OH)_2 + 2\,HCl$$

Dichloraethylsulfid + Wasser = Thiodiglykol + Chlorwasserstoff
(Yperit, Gelbkreuz) (ungiftig) (Salzsäure)

In ähnlicher Weise spalten die meisten hierhergehörigen Halogenderivate mit Wasser Halogenwasserstoff (Salzsäure) ab. Darum ist

[1] Flury, Ferdinand: Ueber Reizgase. In der Zeitschrift für die gesamte exper. Medizin. Band XIII, Seite 6. Julius Springer, Berlin 1921.

die Annahme naheliegend, daß die Giftwirkung dieser Verbindungen lediglich auf einer Abspaltung von Säure beruht im Innern der Zelle.

Aber diese Theorie der „intrazellulären Säurewirkung" ist von vielen Forschern aufgegeben worden. Sie sind der Ansicht, daß zum Beispiel das so außerordentlich reaktionsfähige Phosgen als solches für die Lungenschädigungen verantwortlich zu machen sei. Denn es gibt chemische Kampfstoffe, die ähnliche Erkrankungen wie das Phosgen hervorrufen, die aber in Verbindung mit Wasser, Blut usw. keine Säure abspalten[1]. Daür, daß Phosgen als solches für die Lungenschädigungen verantwortlich zu machen ist und nicht die abgespaltenen Säuren, dürfte allein schon die Tatsache sprechen, daß Salzsäure bei der Einatmung etwa 800mal weniger giftig ist als Phosgen.

Da verdünnte wässrige Lösungen von Mineralsäuren in lebende Zellen nicht einzudringen vermögen, müßte man sich den Vorgang in der Weise deuten, daß die organischen Verbindungen infolge ihrer Lipoidlöslichkeit zunächst unzersetzt in die Zelle eindringen und erst innerhalb der Zelle hydrolytisch zerlegt werden.

Aber abgesehen von einer solchen intrazellulären Säurewirkung müssen noch andere chemische Reaktionen in Frage kommen, besonders die Fähigkeit, Additionsverbindungen zu bilden. So würden dann innerhalb der Zelle körperfremde Komplexe entstehen, wodurch der Ablauf der normalen Lebensvorgänge sehr eingreifenden Störungen unterliegen würde; zu den so entstehenden Umwandlungs- und Abbauprodukten würden noch starke Giftwirkungen hinzukommen.

Aber abgesehen von der hohen Reaktions- und Umsetzungsfähigkeit der meisten chemischen Verbindungen müssen wir immer noch an eine spezifische Giftwirkung denken.

Ich mußte in diese etwas verwickelten Zusammenhänge hineinleuchten, wenn wir uns eine Vorstellung machen wollen von der Wirkung vieler chemischer Verbindungen.

Vieles klingt einleuchtend; aber wir müssen uns leider eingestehen, daß wir hinter die letzten Geheimnisse — um nicht zu sagen, hinter die ersten Geheimnisse — der Wirkungsweise sehr wichtiger chemischer Verbindungen noch nicht gekommen sind.

Vom pharmakologischen Standpunkt aus gehören die meisten Kampfstoffe zu den lokal reizend wirkenden Substanzen, also zu den Reiz- und Aetzgasen.

In dieser örtlichen Wirkung (durch das Zusammentreffen mit dem lebenden Gewebe des Organismus wird Reizung, Entzündung usw. hervorgerufen) unterscheiden sich die meisten Kampfstoffe (Grünkreuz, Gelbkreuz, Blaukreuz) prinzipiell und wesentlich von den resorptiv wirkenden Giften, wie Kohlenmonoxyd, Blausäure, Aether, Chloroform usw., den sog. erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung.

[1] E. Laqueur und R. Magnus. In der Zeitschr. f. d. ges. exper. Medizin, Band XIII. Verlag Julius Springer, Berlin 1921. S. 106 ff.

Die erst nach ihrer Resorption wirkenden Gifte erleiden im Organismus auf dem Wege bis zu den besonders empfindlichen Erfolgsorganen (zum Beispiel dem Zentralnervensystem) beträchtliche Verluste infolge Herabminderung der Konzentration bei der Verteilung, durch Entgiftungsvorgänge und auch durch die Ausatmung. Diese Verluste fallen bei den chemischen Kampfstoffen weg. Das Gift, das auf die Zellen trifft, kommt ungeschwächt und ganz zur Wirkung. So ist es auch zu erklären, daß diese Stoffe in minimalsten Konzentrationen bereits wirken, in Konzentrationen, die bei Giften wie Blausäure, Kohlenoxyd usw. unwirksam sind.

Dazu kommt noch, daß durch die Schädigung der Zellen sich noch langdauernde Funktionsstörungen besonders bei Gelbkreuzverletzungen anschließen, die durch Komplikationen wie Infektionen usw. noch an Umfang zunehmen.

„In der kurzen Dauer der Einwirkung und den darauffolgenden, langdauernden Schädigungen", schreibt Flury[1], „erinnern solche Giftwirkungen an Verbrennungen durch Hitze, Licht oder andere Strahlenwirkungen."

Also: die örtlich wirkenden Gifte (Reiz- und Aetzgase, vgl. Seite 80) bleiben nach der Einatmung ganz im Organismus und wirken sofort da, wo sie mit dem Organismus zusammentreffen. Bei den resorptiv wirkenden Giften (also den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung, vgl. Seite 77) wirkt nur ein Teil giftig, während ein anderer Teil ausgeatmet oder auf dem Wege durch den Organismus entgiftet wird.

Da die örtlich wirkenden Gifte nach der Wirkung ganz im Organismus bleiben und da oft geringste Mengen größte Wirkungen hervorrufen, so hat man den Eindruck, als ob zwischen der Giftmenge und der dadurch hervorgerufenen Wirkung ein Mißverhältnis bestehe. Doch tatsächlich besteht auch hier die Gesetzmäßigkeit der Beziehung zwischen Giftmenge und Wirkungsgrad.

Diese Gesetzmäßigkeit der Beziehung zwischen Giftmenge und Wirkungsgrad wird zahlenmäßig durch die Habersche Formel bestimmt:

$$c \cdot t = W.$$

In dieser Formel bedeutet c die Menge des Kampfstoffes in Milligramm, die in einem Kubikmeter Atemluft vorhanden ist; diese Menge wird multipliziert mit der Zeit t in Minuten, die ein Versuchstier in dieser Luft atmen muß, bis eine todbringende Wirkung W (kurz „Wirkungsprodukt", „Tödlichkeitsprodukt") eintritt[2].

Je kleiner dieses Produkt $c \cdot t$ ist, um so giftiger ist der Kampfstoff.

Die Habersche Formel gilt für örtlich wirkende Gifte, die eingeatmet werden, das heißt also für Gifte, die nach der Einwirkung ganz im Or-

[1] Flury, F.: a. a. O. Seite 18.
[2] Haber, Fritz: a. a. O. Seite 92.

ganismus bleiben und sofort da wirken, wo sie mit dem Organismus zusammentreffen.

Da bei den resorptiv wirkenden Giften, wie zum Beispiel dem Kohlenmonoxyd und der Blausäure, nur ein Teil giftig wirkt, während ein anderer Teil auf dem Wege durch den Organismus bis zu den Erfolgsorganen entgiftet und auch ausgeatmet wird, so müssen wir für diese Gifte einen Entgiftungsfaktor e in die Habersche Formel einsetzen, die dann lautet:

$$(c - e) \cdot t = W.$$

Das heißt also, die wirksame Konzentration muß größer sein als der Entgiftungsfaktor; denn unterhalb einer gewissen Konzentration tritt überhaupt keine Giftwirkung ein.

Wir können also zum Beispiel Kohlenoxyd unterhalb einer gewissen Konzentration einatmen, ohne wesentlich geschädigt zu werden, während dagegen beim Phosgen, als einem örtlich wirkenden Gift, die geringste eingeatmete Menge bereits Schädigungen hervorruft.

Die Tödlichkeitszahl örtlich wirkender Gifte, bei denen also die erste Habersche Formel $c \cdot t = W$ gilt, zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 1.

1. Chlor	7500
2. Phosgen	450
3. Perchlorameisensäuremethylester	500
4. Dichloraethylsulfid (Gelbkreuz)	1500
5. Chlorpikrin	2000
6. Xylylbromid	6000
7. Chloraceton	3000
8. Bromaceton	4000

In der nächsten Tabelle sind einige resorptiv wirkende Gifte angegeben, bei denen die Tödlichkeitszahl von der Konzentration c abhängt:

Tabelle 2.

1. Blausäure	1000—4000
2. Kohlenoxyd	70000

Hierzu schreibt Julius Meyer[1]: „Eine Durchsicht beider Tabellen zeigt uns, daß die traditionellen Gifte Blausäure, Chlor, Kohlenmonoxyd, die bisher wegen ihrer furchtbaren Wirkung berüchtigt und gefürchtet waren und mit vollem Recht auch noch gefürchtet bleiben müssen, im Gaskampf hinter anderen wirksameren Stoffen weit zurückstehen und daher im Felde kaum zu gebrauchen sind. Denn es ist kaum möglich, mit ihnen Kampfgaswolken herzustellen, deren Kampfstoffkonzentration für längere Zeit genügend groß ist, um tödlich wirken zu können. Dies

[1] Meyer, Julius: a. a. O. Seite 112 ff.

Ergebnis ist etwas überraschend und zeigt, daß auch die Wissenschaft, insbesondere die Toxikologie, durch den Gaskampf erheblich an Ausdehnung und Vertiefung gewonnen hat.

Noch ein anderes Ergebnis ist sehr bemerkenswert, nämlich die Tatsache, daß zu Vergiftungen durch Kampfgase häufig außerordentlich kleine absolute Kampfstoffmengen genügen. Für Phosgen zum Beispiel ist die Tödlichkeitszahl $c \cdot t = 450$, das heißt ein Mensch stirbt, wenn er eine Minute lang Luft einatmet, die im Kubikmeter 450 mg Phosgen enthält. In dieser Minute atmet der Mensch aber durchschnittlich 8 Liter Luft ein, so daß ihm nur $8 \cdot {}^{450}/_{1000}$ mg Phosgen gleich 3,6 mg $COCl_2$ zugeführt werden müssen, um ihn tödlich zu vergiften. Bei Blausäure sind diese Werte erheblich höher. Bei feldmäßig erreichbarer Konzentration von 0,5 Promille ist die Tödlichkeitszahl rund 1000, so daß dem Menschen ungefähr 8 mg Blausäure in gasförmigem Zustande zugeführt werden müssen. Atmen wir in Blausäurewolken von geringerer Konzentration, so steigt diese absolute Giftmenge bis auf 32 mg Blausäure, so daß die gefürchtete Blausäure in verdünnteren Gaswolken schon zehnmal harmloser als Phosgen ist."

Die Habersche Formel gilt bekanntlich nur für solche Gifte, die eingeatmet werden. Neben diesen Einatmungsgiften haben wir noch eine ganz besondere Kampfgasgruppe, das Gelbkreuz, das zwar auch als Einatmungsgift auftreten kann und für das in diesem Falle die Habersche Formel gültig ist (vgl. Tabelle 1, S. 48), das sich aber in seiner Wirkungsweise wesentlich von den reinen Einatmungsgiften unterscheidet. Es ist ein typisches Zellgift, das irreversible Schädigungen auf allen Teilen der Körperoberfläche hervorruft. Darüber werden wir noch bei der Einzeldarstellung des Dichloraethylsulfids (Gelbkreuz) Näheres erfahren.

Dann gibt es noch chemische Stoffe, bei denen die Giftwirkung fast ganz gegenüber einer ungewöhnlich starken Reizwirkung in den Hintergrund tritt. Es brauchen nur ganz minimale Mengen dieser Kampfstoffe in der Luft zu sein, um einem Menschen den Aufenthalt darin unerträglich zu machen, ohne ihn zu töten.

Unter allen bisher untersuchten Reizstoffen aus der Gruppe des Arsens hat Diphenylarsincyanid (Blaukreuz, Clark II) die stärkste Reizwirkung beim Menschen. Schon ein Aufenthalt in einer Konzentration von 0,01 mg im cbm, also $\frac{1}{100\,000\,000}$ g im Liter Luft, ist mit sehr unangenehmen Reizwirkungen verbunden[1].

Tabelle 3 mag die Unerträglichkeitsgrenze einiger Reizstoffe für Menschen zeigen:

[1] Flury, F.: a. a. O. Seite 565.

Tabelle 3

Unerträglichkeitsgrenze einiger Reizstoffe für Menschen

(Gehalt an flüssigem oder festem Reizstoff im Kubikmeter Luft)

Nr.	Stoff	Menge
1.	Diphenylarsincyanid	0,25 mg/cbm
2.	Diphenylarsinchlorid	1—2 „
3.	Aethylarsindichlorid	5—10 cmm
4.	Xylylbromid	15 „
5.	Bromaceton	30 „
6.	Benzylbromid	35—40 „
7.	Bromessigsäuremethylester	45 „
8.	Chlorpikrin	60 „
9.	Chlor	$>$ 150 „
10.	Ammoniak	500 „

Für diejenigen chemischen Kampfstoffe, die ganz besonders die Augen zum Tränen reizen, sind von amerikanischer Seite[1] Messungen gemacht worden, die in Tabelle 4 wiedergegeben sind. Es ist hier die Anzahl Milligramme im Kubikmeter angegeben, die gerade noch ausreichen, um die Augen zum Tränen zu reizen.

Tabelle 4

Nr.	Stoff	Menge
1.	Brombenzylcyanid C_6H_5 CH Br (CN)	0,3 mg/cbm Luft
2.	Martonit	1,2 „ „
3.	Jodessigsäureaethylester	1,4 „ „
4.	Bromaceton	1,5 „ „
5.	Xylylbromid	1,8 „ „
6.	Benzylbromid	4,0 „ „
7.	Brommethylaethylketon	11,0 „ „
8.	Chloraceton	18,0 „ „
9.	Chlorpikrin	19,0 „ „

Die „Unerträglichkeitsgrenzen" sind streng auseinanderzuhalten von den „Tödlichkeitsprodukten" (c · t), die wir früher (S. 48) kennenlernten. Es ist also zwischen Reiz- und Giftwirkung zu unterscheiden, soweit es möglich ist. Es gibt Kampfgase mit vorherrschender heftiger Reizwirkung und relativ geringer Giftwirkung, wie zum Beispiel das Diphenylarsincyanid (Blaukreuz = Nasen-Rachenreizstoff) und das Bromaceton (Augenreizstoff). Anderseits gibt es chemische Kampfstoffe fast ohne warnende Reizwirkung, aber von sehr großer Giftwirkung, wie zum Beispiel das Phosgen (Grünkreuz) und das Dichloraethylsulfid (Gelbkreuz), während sich im Chlorpikrin heftige Reiz- und Giftwirkung miteinander vereinigen. So fließen bei manchen chemischen Kampfstoffen die Uebergänge von Reiz- und Giftwirkung ineinander.

---

[1] Meyer, Julius: a. a. O. Seite 102.

Sobald die Einwirkung dieser Reizstoffe (gemeint sind hier Nasen-Rachenreiz-, also Blaukreuzkampfstoffe, und Augenreizstoffe) aufgehört hat, ist im allgemeinen auch die Reizwirkung verschwunden. Eine ernstliche Nachwirkung tritt bei den meisten Reizstoffen nicht auf. Es kann natürlich bei zu langer intensiver Einwirkung der Reizstoffe in hohen Konzentrationen auch eine lebensgefährliche Giftwirkung eintreten. Aber im allgemeinen sucht sich jeder, soweit er kann und nicht durch Verwundung usw. behindert ist, der mit Reizstoffen gefüllten Luft zu entziehen, oder er setzt eine Gasmaske auf, so daß eine langanhaltende Einwirkung von Reizstoffen ihn nicht treffen kann.

Eine wesentliche Forderung, die an alle chemischen Kampfstoffe gestellt werden muß, ist die Unzersetzlichkeit gegen Erwärmung, da sie sonst durch die große Erhitzung, die durch den Abschuß der Gasgeschosse und durch die Reibung im Geschützrohr entsteht, zerstört würden.

Auch dürfen die Geschoßwände von chemischen Kampfstoffen nicht angefressen werden, da sonst leicht unübersehbare Unglücksfälle entstehen könnten. Wenn eine eiserne Geschoßwand von einem Kampfstoff angegriffen wird, wie zum Beispiel vom Xylylbromid und Xylylenbromid (dem deutschen T-Stoff) oder dem unvollständig chlorierten Ameisensäuremethylester (dem deutschen K-Stoff), so müssen diese Kampfstoffe erst in unangreifbare Behälter aus Blei, Porzellan usw. gefüllt werden, ehe sie in die Granathülsen eingelassen werden können.

Charakteristisch für fast alle chemischen Kampfstoffe ist ihre Unempfindlichkeit gegen den Sauerstoff der Luft. Sobald sie aus den Granaten oder sonstigen Behältern ausgeströmt und damit der Luft ausgesetzt sind, vermag der Sauerstoff der Luft sie nicht wesentlich zu zersetzen. Die Kampfstoffe bleiben unter der Einwirkung der Luft fast unveränderlich.

Dagegen sind die meisten Kampfstoffe gegen Wasser äußerst empfindlich. Sie werden durch Wasser zum Teil zersetzt.

P. Rona[1] hat darüber eingehende Versuche angestellt, die er dahin zusammenfaßt:

„Folgende Kampfstoffe werden durch Wasser zersetzt:

1. Phosgen äußerst rasch (momentan);
2. Perchlorierter Ameisensäuremethylester (Perstoff) äußerst rasch (momentan);
3. Diphenylarsinchlorid (Blaukreuz) äußerst rasch (momentan);
4. Dichloraethylsulfid (Gelbkreuz) allmählich;
5. Benzylbromid sehr langsam;

[1] Rona, P.: Ueber Zersetzung der Kampfstoffe durch Wasser. Zeitschrift f. d. ges. exper. Medizin, Band XIII, S. 30. Julius Springer, Berlin 1921.

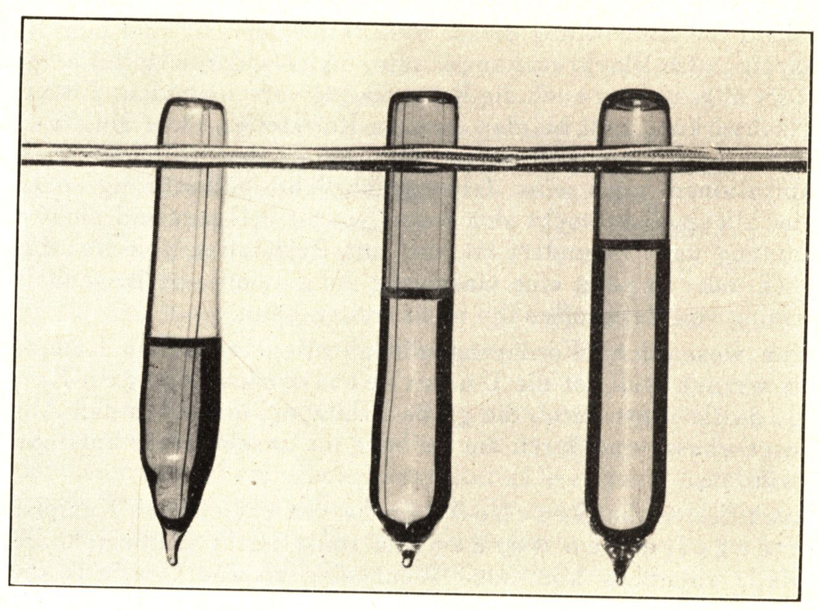


Abbildung 2: Grünkreuzkampfstoffe:
Phosgen Perchlorameisensäuremethylester Chlorpikrin
(Perstoff)

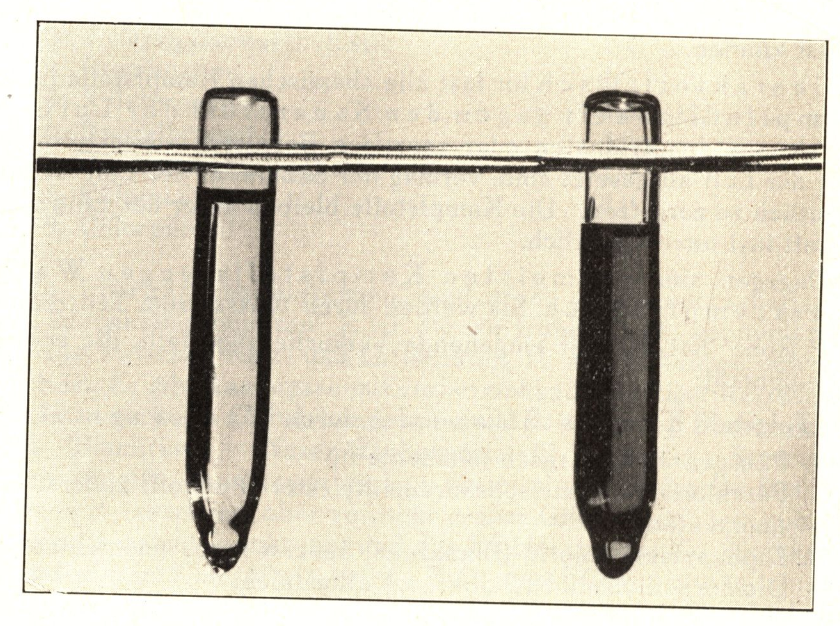


Abbildung 3: Gelbkreuzkampfstoffe:
Dichloraethylsulfid ß-Chlorvinylarsindichlorid
(Yperit, Lost) (Lewisit)

6. Xylylbromid sehr langsam;
7. Benzyljodid sehr langsam.

Folgende Kampfstoffe werden durch Wasser (praktisch) nicht zersetzt:

1. Chlorpikrin,
2. Jodessigester,
3. Jodaceton.

Bei der ersten Gruppe kann eine Säurebildung stets nachgewiesen werden. (Eine Ausnahme bildet vielleicht Benzyljodid, dessen Zersetzung durch Wasser möglicherweise durch die nicht genügende Reinheit des Präparates vorgetäuscht wird.) Die Zunahme der Länge der Kohlenstoffkette wie auch der Ersatz von Sauerstoff durch Schwefel im Molekül erhöhen die Beständigkeit gegen Wasser."

Diese Wasserzersetzlichkeit vieler Kampfstoffe ist natürlich bei ihrer Verwendung im Felde von größter Bedeutung. Sehr wichtige Kampfstoffe, wie Phosgen und Perstoff (Grünkreuz), Dichloraethylsulfid und Lewisit (Gelbkreuz), Diphenylarsinchlorid (Blaukreuz) werden durch Wasser in praktisch unwirksame Substanzen zerlegt, so daß eine Gegend, die mit derartigen Kampfstoffen verseucht ist, schon durch Regen gesäubert wird. Das sehr wirksame Chlorpikrin macht allerdings hiervon eine Ausnahme.

Wenn wir uns in der großen Welt der Giftgase zurechtfinden wollen, dann müssen wir versuchen, sie nach bestimmten Eigenschaften zu gruppieren; denn sonst fehlt uns jede Uebersicht. Eine wirklich befriedigende Einteilung aufzustellen ist schwierig. Am besten ist es, wenn man bei der Einteilung die physiologischen Wirkungen der Giftgase zugrunde legt, die sie im menschlichen Organismus hervorrufen. Bei dieser Art der Betrachtung können wir die Giftgase in drei große Gruppen einteilen[1].

I. Erstickende Gase mit betäubender Wirkung.

Hierzu gehören von den bekannteren Giftgasen: Kohlenoxyd, Blausäure, Chloroform, Aether, Schwefelkohlenstoff usw.

II. Reiz- und Aetzgase.

Hierzu gehören: Chlor, Ammoniak, nitrose Gase, Säuredämpfe, Grünkreuz-, Gelbkreuz-, Blaukreuzkampfstoffe usw.

III. Sonstige Giftgase.

Meistens Blut-, Nerven und Stoffwechselgifte, die häufig manches Gemeinsame mit den erstickenden und den Reiz- und Aetzgasen haben, die aber außerdem noch durch eine spezifische Giftwirkung ausgezeichnet sind. Hierzu gehören zum Beispiel viele Metallverbindungen (Zink, Quecksilber, Blei usw.), Arsenwasserstoff, Phosphor, Nitro- und Aminoverbindungen usw.

---

[1] Vgl. auch Flury und Zernik: Schädliche Gase. Julius Springer, Berlin 1931. S. 565 ff.

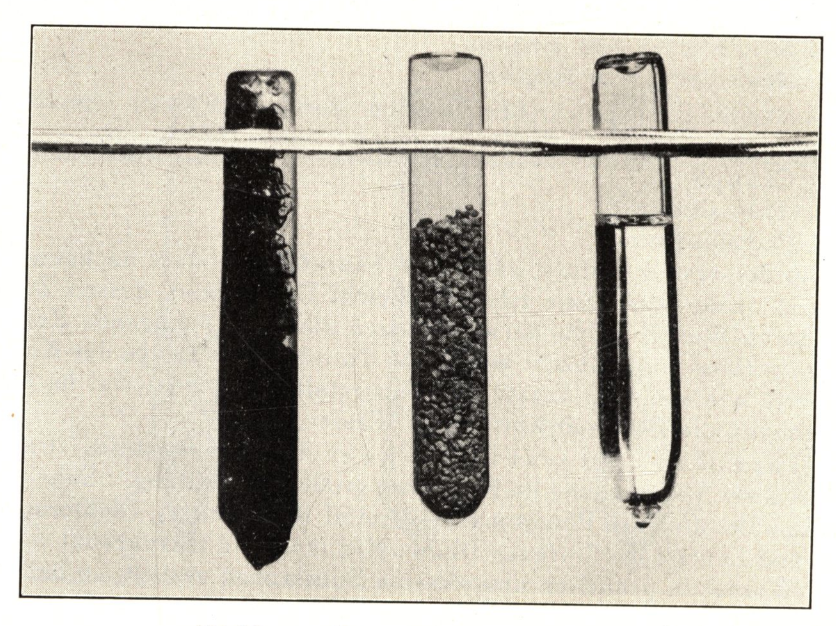


Abbildung 4: Blaukreuzkampfstoffe.
Wichtige niesenerregende Kampfstoffe (Nasen-Rachen-Reizstoffe).

Diphenylarsincyanid (Clark II)	Diphenylaminarsinchlorid (Adamsit)	Aethylarsindichlorid (Dick)

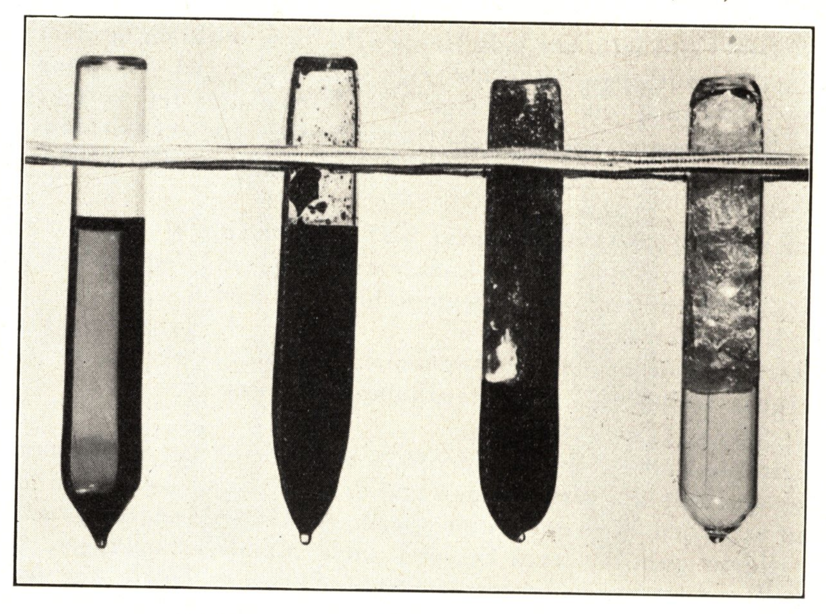


Abbildung 5: Weißkreuzkampfstoffe.
Wichtige Augenreizstoffe

Xylylbromid	Bromaceton	Brombenzylcyanid	Chloracetophenon

Die chemischen Kampfstoffe, die uns hier ganz besonders interessieren, würden also zu der großen Gruppe II, den Reiz- und Aetzgasen, gehören. Aber die Kampfstoffe haben so verschiedene Wirkungsmöglichkeiten, daß wir sie noch unbedingt mehr in sich gliedern und differenzieren müssen, und zwar auch wieder unter Zugrundelegung ihrer physiologischen Wirkungen.

Dann kämen wir nach Julius Meyer[1] zu folgender Einteilung:

1. Tränenerregende Kampfstoffe:

Zum Beispiel: Chloracetophenon, Brombenzylcyanid, Bromaceton, Xylylbromid usw. (vgl. Abb. 5).

2. Niesenerregende Kampfstoffe:

Diphenylarsinchlorid, Diphenylaminarsinchlorid (Adamsit), Diphenylarsincyanid usw. (vgl. Abb. 4).

3. Lungenreizende Kampfstoffe:

Chlor, Phosgen, gechlorte Ameisensäuremethylester, Chlorpikrin. ß-Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit) usw. (vgl. Abb. 2).

4. Blasenziehende Kampfstoffe:

Dichlordiaethylsulfid, ß-Chlorvinylarsindichlorid (vgl. Abb. 3).

5. Nervengifte:

Cyanwasserstoff.

Ein Blick zeigt, daß dieselben Kampfstoffe zu verschiedenen Gruppen gezählt werden. Das liegt daran, daß verschiedene Kampfstoffe nicht nur eine, sondern verschiedene Wirkungen haben. Schon daraus sieht man, daß die Einteilung nicht ganz befriedigend ist. Und das führt für unseren praktischen Bedarf leicht zu Verwirrungen und Komplikationen.

Darum ist am einfachsten — wenn auch wissenschaftlich unbefriedigend — eine Einteilung vom militärischen Standpunkt aus. Danach teilte man die chemischen Kampfstoffe bei uns in Deutschland während des letzten Krieges in drei Gruppen ein: Grünkreuz-, Gelbkreuz-, Blaukreuzkampfstoffe, dazu kamen noch die Augenreizstoffe, die man in letzter Zeit auch als Weißkreuzkampfstoffe bezeichnet.

Mit diesen Bezeichnungen verband der Soldat im Kriege ganz bestimmte Vorstellungen: Grünkreuz wegen seiner Flüchtigkeit = Offensivkampfstoff; Gelbkreuz wegen seiner geringen Flüchtigkeit = hauptsächlich Defensivkampfstoff; Blaukreuz = „Maskenbrecher" (d. h. dieser Kampfstoff durchschlug die gewöhnlichen Maskeneinsätze) und schließlich Weißkreuz = Augenreizstoff.

Zu den Grünkreuzkampfstoffen (vgl. Abb. 2) rechnen wir:

1. Phosgen,
2. Perchlorameisensäuremethylester (Perstoff) und häufig auch
3. Chlorpikrin.

Grünkreuzkampfstoffe können wir so definieren:

[1] Meyer, Julius: in „Enzyklopädie der technischen Chemie", Band 6, Seite 420. Urban und Schwarzenberg, Berlin/Wien 1930.

Ein Grünkreuzkampfstoff ist ein flüssiger, verhältnismäßig leicht flüchtiger[1] Kampfstoff von sehr starker Giftwirkung auf die Atmungsorgane, aber geringer Reizwirkung auf die Schleimhäute.

Diese Definition gilt für Phosgen und Perstoff, für Chlorpikrin mit dem Zusatz, daß dieser Stoff außer der starken Giftwirkung noch eine starke Reizwirkung besitzt.

Das charakteristische Merkmal der Grünkreuzkampfstoffe ist also die große Giftigkeit für die Atmungsorgane bei geringer Reizwirkung. Daran müssen wir festhalten, weil wir sonst das Wesentliche dieser Kampfgasgruppe verkennen würden. Wenn Chlorpikrin trotz der starken Reizwirkung häufig in diese Gruppe mitübernommen wird, so zum Teil deshalb, weil wir Deutsche Chlorpikrin häufig dem Perstoff im Kriege zugesetzt haben[2].

Zu den Gelbkreuzkampfstoffen (vgl. Abb. 3) rechnen wir:

1. Dichloraethylsulfid,
2. ß-Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit).

Wir definieren sie so:

Ein Gelbkreuzkampfstoff ist ebenfalls ein flüssiger, doch wenig flüchtiger Kampfstoff von mäßiger Reizwirkung, aber sehr starker Giftwirkung nicht nur auf die Atmungsorgane, sondern auch auf alle Körperteile mit Einschluß der sonst gegen chemische Kampfstoffe sehr widerstandsfähigen Haut. Wegen seiner geringen Flüchtigkeit muß er durch Verfeuern in Brisanzgeschossen mit erheblicher Sprengladung künstlich vergast werden. Er kann dann noch lange Zeit im Gelände liegenbleiben und es verseuchen.

Zu den Blaukreuzkampfstoffen (Nasen-Rachen-Reizstoffen) (vgl. Abb. 4) rechnen wir:

1. Diphenylarsinchlorid (Clark I),
2. Diphenylarsincyanid (Clark II),
3. Diphenylaminarsinchlorid (Adamsit) und häufig auch
4. Aethylarsindichlorid (Dick).

Wir geben folgende Definition:

Ein typischer Blaukreuzkampfstoff ist meistens ein fester Stoff, dessen Giftwirkung ganz hinter die sehr starke Reizwirkung

[1] Man konnte daher im Kriege auf die Spreng- und Splitterwirkung der Geschosse, die z. B. mit Phosgen gefüllt waren, verzichten; es genügte, wenn durch Verstärkung der Zünder die Geschoßwandungen eben aufgerissen wurden, wodurch der Kampfstoff schon von selbst ausströmte und vergaste. Phosgen ist so flüchtig, daß es in Verbindung mit Chlor bekanntlich sogar zum Abblasen mitverwandt wurde.

[2] Chlorpikrin (CCl_3—NO_2) bezeichneten wir Deutsche auch als Klop. In den sogenannten Klopperwerken auf dem Gasplatz Breloh wurde Grünkreuz (Perstoff) gefüllt, dem Chlorpikrin (Klop) — nach amerikanischen Angaben 65 % Perstoff und 35 % Chlorpikrin — zugesetzt wurde.

zurücktritt. Wegen seiner geringen Flüchtigkeit muß er durch Verfeuern in Brisanzgeschossen mit erheblicher Sprengladung künstlich verstäubt werden. Dieser dann entstehende ultramikroskopisch feine Staub hat die Eigenschaft, durch die Gasmaskeneinsätze durchzudringen (daher „Maskenbrecher" genannt), wenn diese Einsätze nicht durch besondere Filter („Schnappdeckel") gesichert werden.

Nachdem wir im nächsten Kapitel Schutz und Hilfe bei Giftgaserkrankungen in großen Zügen dargestellt haben, um erst einmal über Schutz- und Hilfsmaßnahmen im großen eine Uebersicht zu bekommen, werden wir uns den einzelnen Giftstoffen zuwenden. Wir werden mit den Grünkreuzkampfstoffen (Phosgen, Perchlorameisensäuremethylester [Perstoff], Chlorpikrin) beginnen und werden uns zunächst eingehend mit dem Phosgen beschäftigen, weil uns die Phosgenvergiftung das reinste Bild einer Kampfgaserkrankung vermittelt. Denn sobald Phosgen die Lungenwände passiert und geschädigt hat, hört es auf, zu wirken, weil es beim Zusammentreffen mit Blut und Gewebsflüssigkeiten augenblicklich in praktisch unwirksame Substanzen (Kohlensäure und Salzsäure) zerfällt. So gut wie nichts dringt unzersetzt ins Blut, vielleicht wird auch nichts unzersetzt resorbiert, wodurch „Allgemeinwirkungen" entstehen könnten, wie bei andern „Giftgasen" (zum Beispiel Kohlenoxyd, Blausäure usw.), die sich nicht in den Lungen zersetzen, sondern durch die Lungen ihren Weg in die Blutbahn finden und so noch andere Organe direkt schädigen können.

Bei der Phosgenvergiftung handelt es sich höchstwahrscheinlich um eine rein örtliche Wirkung auf die Lungenwände (Alveolar- und Kapillarwände), von der alle andern Krankheitserscheinungen s e k u n d ä r e F o l g e n sind.

Das Krankheitsbild ist unter dieser Voraussetzung verhältnismäßig klar und übersichtlich.

Wer die Pathologie und Therapie der Phosgenvergiftung beherrscht, dem ist der Weg geebnet zum Verständnis aller übrigen „Giftgaserkrankungen". Besonders wird er den Unterschied verstehen zwischen den hauptsächlich rein örtlich wirkenden Gasen (wie Grünkreuz, Gelbkreuz, Säuredämpfen usw., also den Reiz- und Aetzgiften) und den resorptiv wirkenden Gasen (wie Kohlenoxyd, Blausäure usw., also den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung). Der Arzt, der diesen Unterschied kennt, wird kaum noch grobe Fehler in der Behandlung gaskranker Menschen machen können.

Nach den Grünkreuzkampfstoffen werden wir die Gelbkreuzkampfstoffe behandeln, dann die Blaukreuzkampfstoffe, die sogenannten Nasen-Rachen-Reizstoffe, und schließlich die Augenreizstoffe oder auch Weißkreuzkampfstoffe genannt. Damit hätten wir bewußt die chemischen Kampfstoffe in den Vordergrund gestellt. Aber da der menschliche Geist nie ruht, so müssen wir damit rechnen, daß man in neuen Kriegen auch noch andere Gase zum Töten verwenden wird. Was sollte — ganz abgesehen

davon, daß neue Gase gefunden werden könnten — den Menschen hindern, Kohlenoxyd oder Blausäure im nächsten Kriege wirksam zu verwenden? Daß diese beiden sehr bekannten und giftigen Gase als Kampfgase im letzten Kriege trotz aller Versuche noch nicht mit Erfolg eingesetzt wurden, scheiterte an chemisch-technischen Voraussetzungen.

Aber ganz abgesehen von der Möglichkeit neuer Kriege, müssen wir uns mit all diesen und vielen andern Giftstoffen beschäftigen, weil sie uns im täglichen Leben umgeben und weil wir uns endlich angewöhnen sollten, chemisch zu denken. Darum werde ich in einem besonderen Kapitel die „Giftgase des täglichen Lebens“ behandeln und dann noch im X. Kapitel „Andere wichtige Giftstoffe“, die besonders in der Industrie Verwendung finden. Im X. Kapitel werden wir also eine bunte Gesellschaft von Giftstoffen mit den verschiedensten Wirkungen zusammengestellt finden.

4. Kapitel

Können wir uns schützen und wie können wir helfen?

Können wir uns schützen?

Einzelschutz

Ja! Wir können uns schützen und — um es vorwegzunehmen — wir können auch mit Erfolg bei allen Gasvergiftungen helfen. Aber wir müssen immer bedenken, daß die chemischen Kampfstoffe, wie überhaupt alle Giftstoffe, eine eminent geistige Waffe sind, und daß deswegen der Schutz gegen sie Geist, Einsicht, Nachdenken, Ueberlegung verlangt. Nur der, der die Eigenschaften und die Eigenart der Gase kennt, wird sich wirklich schützen können. Es könnte ein Staat die besten Vorschriften zum Gasschutz erlassen; sie würden niemals etwas nützen, wenn nicht der einzelne mitdenkt und mitarbeitet, und zwar so mitdenkt und mitarbeitet, als wenn von seiner Sicherheit die Sicherheit aller abhinge. Und außerdem müssen wir noch mit Katastrophen rechnen, die alle Vorschriften und Vorkehrungen zunichte machen können. Denken wir nur an die großen Unglücke in den Bergwerken!

Der Gasschutz in den Bergwerken steht auf sehr hoher Stufe; aber immer wieder zeigt es sich trotz aller Vorsichtsmaßnahmen (Signaldienst, Wetterführung, Gasschutz usw.), daß große Katastrophen eine große Zahl von Menschenopfern fordern. Wieviel Menschenopfer wird erst ein Zukunftskrieg fordern bei einer Bevölkerung, die absolut nicht eingestellt ist auf Gasschutz, sondern sich sogar dagegen sträubt! Warum sträuben sich eigentlich viele Menschen gegen Gasschutz? Sie denken, Gasschutz hätte etwas zu tun mit der Befürwortung von Gaskrieg, mit Aufrüstung, Militarismus oder überhaupt mit Krieg.

Schon die Tatsache, daß trotz des hochentwickelten Gasschutzes bereits im Bergwesen immer wieder zahlreiche Menschenopfer zu beklagen sind, müßte uns aus Gründen der Vorsicht zwingen, uns mit dem Gasschutz eingehend zu beschäftigen. Guter Wille allein genügt hier nicht; es gehören dazu Wissen, Einsicht und Kenntnisse um all diese Dinge. Denn schon die Gasmaske ist ein Produkt hoher Intelligenz und vieler Ueberlegungen. Wer darum die Eigenart der Gase nicht kennt

und die Eigenart einer Gasmaske nicht kennt, dem nützt in den meisten Fällen die beste Gasmaske nichts. Es wird ihm wie einem Menschen gehen, der wohl ein Automobil lenken kann, der aber, da er von der Seele des Wagens — dem Motor — nichts versteht, bei der ersten Panne ratlos dasteht.

Als im Weltkriege zuerst chemische Kampfstoffe auftauchten, hatten weder wir noch unsere Gegner Gasschutzgeräte. Ein Beweis, daß *methodische* Vorbereitungen zu einem Gaskriege bei keinem Volke bestanden haben.

Unsere Soldaten suchten sich damals zunächst durch kleine, mit Natriumthiosulfat getränkte Wattebäusche zu schützen, die sie vor Mund und Nase hielten. Der Schutz gegen chemische Kampfstoffe war darum ein neues Problem, das dringend gelöst werden mußte, wenn nicht die Soldaten wehrlos und schutzlos der Einwirkung der chemischen Kampfstoffe erliegen sollten.

Der Schutz gegen Giftgase muß notwendigerweise ein ganz anderer sein als der gegen Gewehrkugeln und Granatsplitter. Denn die Luft ist Trägerin der Giftgase, und so dringen die Giftgase überall hin, wo nur Luft vorhanden ist. Es fehlt mithin an natürlichen Schutzmitteln, die wir bei Gewehrkugeln und Granatsplittern in Erdhaufen, Schützengräben und Unterständen besitzen, die aber bei den Giftgasen häufig sogar für uns zum Verhängnis werden können.

Für alle Giftgase, die wir *einatmen*, fand menschlicher Erfindungsgeist in der Konstruktion der Gasmaske — mit ihren verschiedenen Abwandlungen und Modifikationen — einen allumfassenden Schutz.

Durch diese Gasmasken sind unsere Atemschutzgeräte so außerordentlich bekannt geworden. Die Gasmasken schützen natürlich nur gegen Giftgase, die wir einatmen, aber nicht gegen chemische Substanzen, die als ätzende Flüssigkeiten (wie Yperit, Lewisit u. a.) uns schädigen können. Gegen diese Gifte schützen natürlich nur Schutzmäntel, von denen wir noch später hören werden. Anderseits können diese Flüssigkeiten, wenn sie in Granaten verschossen werden, als Gasschwaden in der Luft schweben, oder sie können bei hoher Temperatur in Zimmern, Unterständen usw. allmählich verdampfen. Sind wir Menschen diesen Gas- und Dampfschwaden ausgesetzt, dann sind wir durch unsere Gasmasken auch gegen sie als Einatmungsgifte geschützt.

Wenn wir schlechthin immer von Gasmasken reden, so müssen wir aber wissen, daß wir bei den Atemschutzgeräten drei Typen zu unterscheiden haben, die grundsätzlich voneinander verschieden sind. Und zwar:

1. Sauerstoffgeräte (Isoliergeräte) } sog. schwere
2. Schlauchgeräte (Frischluftgeräte) } Atemschutzgeräte.
3. Filtergeräte (unsere eigentlichen Gasmasken): sog. leichte Atemschutzgeräte.

Um nicht etwas zu wiederholen, was immer wieder geschrieben und gesagt worden ist, möchte ich mich hier nur auf das Wesentliche beschränken[1].

Die Abbildung 6 zeigt uns in schematischer Darstellung sehr schön die Hauptmerkmale der Grundtypen der Atemschutzgeräte.

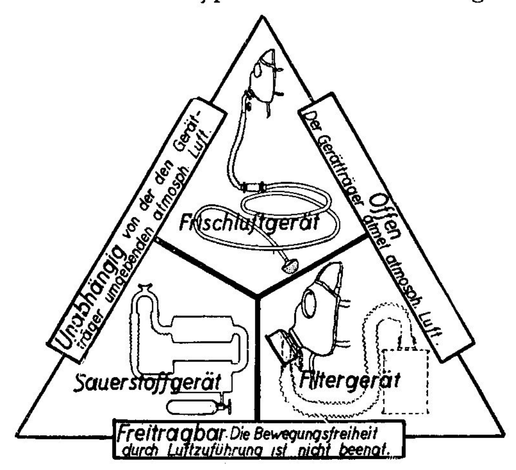


Abbildung 6: **Hauptmerkmale der Grundtypen der Atemschutzgeräte.**
(Auer-Gesellschaft, Berlin.)

1. S a u e r s t o f f g e r ä t e (auch Isoliergeräte genannt).

Das Prinzip ist vollständiger Abschluß, also Isolierung von der Außenluft, daß heißt der Träger ist vollkommen unabhängig von der ihn umgebenden Atmosphäre. Den Sauerstoff, der für die Atmung notwendig ist, führt der Träger entweder in Stahlflaschen komprimiert mit sich (Preßsauerstoffgerät, vgl. Abb. 7 u. 8) oder der Sauerstoff wird während der Atmung aus Superoxyd entwickelt (deswegen auch chemisches Sauerstoffgerät genannt).

Die Idee, Atemluft mitzuführen, soll nach Flury und Zernik[2] auf Alexander von Humboldt (1799) zurückzuführen sein; das erste Kreislaufgerät wurde bereits 1853 von Schwann geschaffen.

Weil der Mensch von der Außenluft abgeschlossen ist, so würde er bald durch die Kohlensäure, die sich bei der Ausatmung in großen Mengen bildet, ersticken. Darum wird die Kohlensäure (Kohlendioxyd) entweder direkt ins Freie geleitet (sogenannte einfache

---

[1] Wer sich genauer orientieren will, lese z. B. das leichtverständlich geschriebene Buch „Gasschutz" von Rumpf (Verlag Mittler & Sohn, Berlin) oder „Grundlagen des Gasschutzes" von Chlopin (Verlag Aug. Schrimpff, München); ferner die periodisch erscheinenden Veröffentlichungen der großen Firmen der Gasschutzindustrie („Draeger-Hefte", Mitteilungen des Draegerwerkes, Lübeck; „Gasmasken", Deutsche Gasglühlicht-Auer-Gesellschaft, Berlin u. a.). Diese Firmen stellen sämtliche Typen von Gasschutzgeräten her.

[2] Flury, F., und F. Zernik: a. a. O. S. 601.

Sauerstoffgeräte) oder die ausgeatmete Luft wird durch Alkali vom Kohlendioxyd befreit, so daß dann die gereinigte Luft wieder neu zur Einatmung verwendet werden kann (Kreisatmung, daher auch Kreislaufgeräte genannt, vgl. Abb. 7 u. 8).

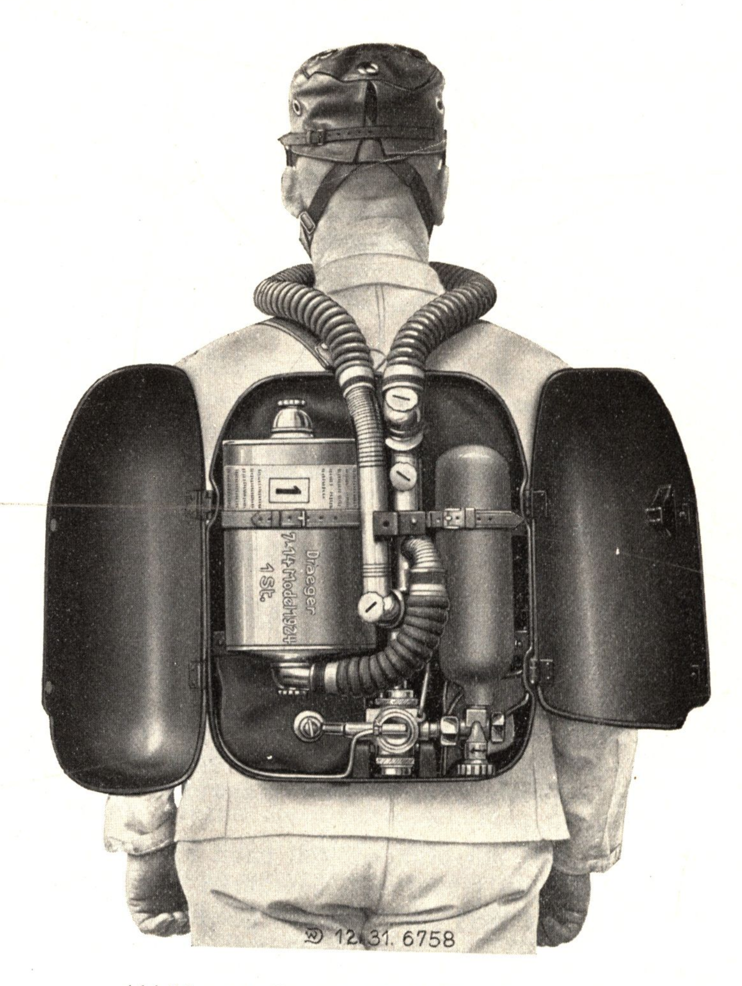


Abbildung 7: **Sauerstoffgerät (Kreislaufgerät).**
Dräger-Klein-Gasschutzgerät 1931 mit Warnsignal bei Sauerstoffmangel (bei geöffneter Tragschale). (Drägerwerk, Lübeck.)

Bei den schweren Preß-Sauerstoffgeräten, die hauptsächlich im Grubenrettungswesen Verwendung finden, haben wir in der Regel eine zweistündige Gebrauchsdauer; bei den kleineren Geräten für Feuerwehren usw. eine Gebrauchsdauer von einer Stunde.

Die Sauerstoffgeräte schützen natürlich gegen alle Einatmungsgase beliebiger Konzentration so lange, wie der Sauerstoff reicht. Die

Nachteile sind die Schwerfälligkeit (daher auch schweres Atemschutzgerät genannt, genau wie die Schlauchgeräte), dann die hohen Kosten, aber ganz besonders die Schwierigkeit der Anwendung. Wenn der Träger sein Sauerstoffgerät nicht sehr pfleglich behandelt und wenn er

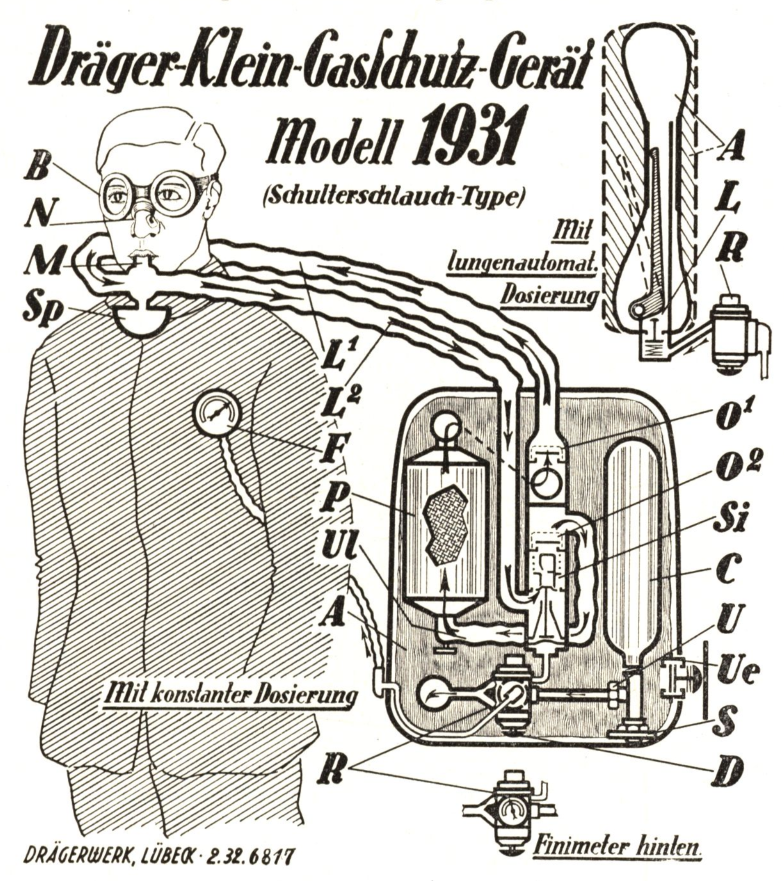


Abbildung 8: **Ein Sauerstoffgerät (Kreislaufgerät) in seinen Einzelheiten.**
Dräger-Klein-Gasschutzgerät 1931 (schematisiert). Zeichen: B—Gasschutzbrille, N—Nasenklammer, M—Atemmundstück, Sp—Speichelfänger, L 1—Einatemschlauch, L 2—Ausatemschlauch, F—Vorratsmesser (Finimeter), P—Alkalipatrone, Ul—Umleitungsrohr, A—Atemsack, R—Druckreduzierventil, O 1—Einatemventil, O 2—Ausatemventil, Si—Signalhupe (Stickstoffwarnung), C—Sauerstoffzylinder, u—Anschlußmutter, Ue—Ueberschußlüftungsventil, S—Verschlußventil, D—Druckventil für Sauerstoffzusatz, L—Lungenautomatische Dosierung. (Drägerwerk, Lübeck.)

nicht sehr genau vertraut ist mit dem Mechanismus, dann nützt ihm dieses Gerät sehr wenig, sondern es kann ihn in die größten Gefahren bringen. Die Sauerstoffgeräte sind als typische „Rettungsgeräte" anzusehen, also Geräte, die eigentlich nur von ausgebildeten Mannschaften (Gasschutztrupps, Feuerwehren, Grubenrettungskolonnen usw.) bei Rettungsaktionen meistens benutzt werden.

Die sogenannten Einstundengeräte werden sehr viel von der Feuerwehr benutzt bei starken Vergasungen und Verqualmungen. Die Sauerstoffgeräte wird man also überall da anwenden, wo man einen Sauerstoffmangel befürchten muß oder bei hohen Giftkonzentrationen (über 2—3 Vol.-%), wo zwar genügend Sauerstoff in der Luft wäre, aber zu befürchten ist, daß die gewöhnlichen Filter-Schutzgeräte bald erschöpft sein würden.

2. S c h l a u c h g e r ä t e (auch Frischluftgeräte genannt).

Bei diesen Geräten wird dem Träger durch eine Schlauchleitung reine Atemluft zugeführt (vgl. Abb. 9 u. 10) zuweilen auch unter Druck (vgl. Abb. 11).

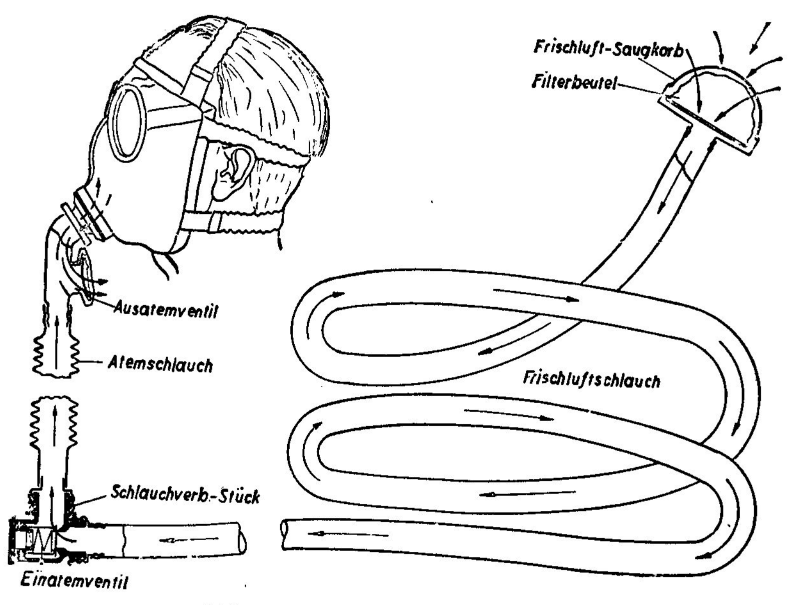


Abbildung 9: **Degea-Frischluftgerät.**
(Auer-Gesellschaft, Berlin.)

Diese Schlauchgeräte rechnet man, ebenso wie die Sauerstoffgeräte, zu den schweren Atemschutzgeräten, im Gegensatz zu den Filtergeräten, den eigentlichen Gasmasken, die man als leichte Atemschutzgeräte bezeichnet, weil sie am leichtesten zu bedienen sind, während Sauerstoff- und Schlauchgeräte bedeutend schwerer zu bedienen sind. Außerdem haben sie auch ein schwereres Gewicht. Die Schlauchgeräte benutzt man am häufigsten, wenn man in gasverseuchte Kesselwagen, Tanks usw. einsteigen muß oder in Brunnenschächte und in Gärkeller. Der Nachteil ist, daß der Träger eines Schlauchgerätes sich nur so weit betätigen kann, wie der Schlauch reicht.

3. Filtergeräte (vgl. Abb. 12, 13, 14, 15, 16, 19).

Das sind die eigentlichen Gasmasken. Sie heißen Filtergeräte, weil die durch Giftgas verunreinigte Luft, bevor sie in die Atmungsorgane kommt, ein Filter passieren muß, in dem sie entweder zurückgehalten oder auch chemisch vernichtet wird. Während bei den Sauerstoff- und Schlauchgeräten die Art und Konzentration der Giftgase nur eine untergeordnete Rolle spielen, ist das bei den Filtergeräten ganz anders.

Bei der Anwendung von Filtergeräten muß die Atemluft mindestens

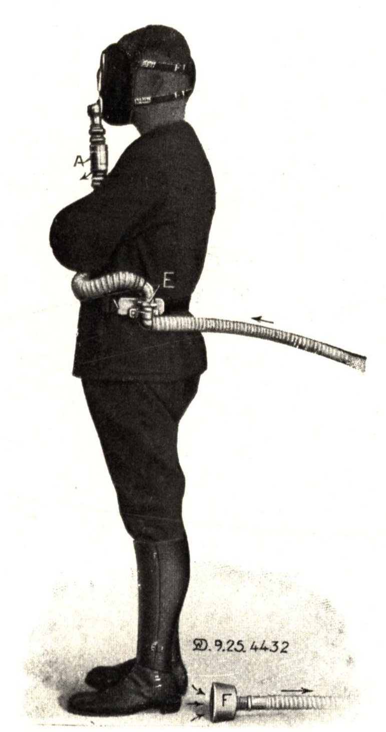


Abbildung 10: **Dräger-Saugschlauch-Apparat für Frischluft.**
A—Ausatemventil, E—Einatemventil, F—Filterkopf. (Drägerwerk, Lübeck.)

noch 15 % Sauerstoff enthalten, außerdem darf die Konzentration des Giftgases, das die Luft verseucht, nach Möglichkeit nicht höher als 1—2 Vol.-% sein. Wenn diese Vorbedingungen nicht vorhanden sind, dann ist das Anlegen von Filtergeräten zwecklos, es kommen dann nur Sauerstoff- und Schlauchgeräte in Frage.

Aber die Gaskonzentrationen, die im Felde im allgemeinen erreicht werden können, entsprechen diesen Vorbedingungen.

Im großen Maßstabe ausgebaut und glänzend durchgeführt wurde die Konstruktion der Gasmaske im Kriege. Der Teil der Gasmaske, in dem die verunreinigte Luft aufgehalten oder vernichtet wird, heißt Atemfilter, das meistens als Einsatzfilter in die Gasmaske eingeschoben wird; das übrige ist der Maskenkörper. Wenn das Filter groß und verhältnismäßig schwer ist, dann kann man es seines Gewichtes wegen nicht direkt an dem Maskenkörper anbringen, sondern es muß in einer Tragtasche getragen werden; es kann dann nur mit Hilfe eines



Abbildung 11: **Druckschlauchgerät.**
(Auer-Gesellschaft, Berlin.)

Schlauchapparates benutzt werden. Meistens enthält es zugleich einen Nebel- und Rauchschutz (vgl. Abb. 12). Man nennt solche Geräte dann „Großfiltergeräte" (Draegerwerk, Lübeck) oder auch „Filterbüchse" (Auer-Gesellschaft, Berlin). Aus Gründen leichterer Verständlichkeit wäre es gut, wenn sich eine Einheitsbezeichnung „Büchsenfilter" durchsetzen würde.

Die Atmung bei den Filtergeräten ist entweder eine Pendelatmung, d. h. die eingeatmete wie auch die ausgeatmete Luft nimmt ihren Weg durch das Filter, oder eine Ventilatmung, d. h. die eingeatmete Luft geht durch das Filter, die ausgeatmete Luft dagegen durch ein be-

sonderes Ventil. Abbildung 16 zeigt sehr gut den Unterschied zwischen Pendel- und Ventilatmung. Bei der Ventilatmung öffnet sich bei Einatmung ein Ventil im Boden des Atemfilters und durch ein zweites Ventil wird ausgeatmet.

Im Kriege verwendete man nach Möglichkeit Universalfilter, also Filter, die gegen alle Giftgase universell schützen sollten. Im Frieden



Abbildung 12: **Filtergerät: Ventil-Atemmaske mit Ausatemventil und Nebelgroßfilter in Tragtasche, mit Atemschlauch.**
(Drägerwerk, Lübeck.)

verwendet man in vielen chemischen Betrieben Spezialfilter, die zum Beispiel gegen Ammoniak, Blausäure, Kohlendioxyd usw. schützen. Diese Spezialfilter sind natürlich, da sie nur auf e i n Gas eingestellt werden, von sehr langer Wirkungsdauer.

Große Schwierigkeiten bereitete im Kriege die Bindung der Blaukreuzkampfstoffe, da sie bekanntlich bei der Explosion in ultramikroskopisch feinen Staub aufgelöst werden. Es mußten deshalb vor die eigentlichen Einsätze sogenannte „Schnappdeckel" aus Watte, Flies-

papier usw. geschaltet werden, wodurch aber der Atemwiderstand nicht unerheblich vermehrt wird.

Die gewöhnlichen Filtergeräte (Gasmasken), wie sie im Kriege benutzt wurden und auch sehr viel in der Nachkriegszeit, bieten keinen Schutz gegen Kohlenoxyd. Gegen Kohlenoxyd sind deswegen besondere Filtergeräte konstruiert worden, die aus Maske, Zwischenschlauch und Filterbüchse bestehen. Die Konstruktion beruht auf dem Prinzip, daß das Kohlenoxyd (CO), das in die Filterbüchse eindringt,



Abbildung 13: **Filtergerät: Volksschutz-Halbhaube, Mod. 723.**
(Auer-Gesellschaft, Berlin.)

hier mit Hilfe eines Katalysators in Kohlensäure (CO_2) zunächst umgewandelt wird (vgl. Abb. 17 u. 18). Die Kohlensäure kann dann leicht durch Natronkalk gebunden werden.

Die Filtergeräte sind sogenannte „Arbeitsgeräte" im Gegensatz zu den Sauerstoff- und Frischluftgeräten, die wir als typische „Rettungsgeräte" schon kennenlernten. Die Filtergeräte kann man stundenlang selbst bei schwerer Arbeit tragen; sie hindern nicht in der Bewegung, sie lassen sich schnell und leicht anlegen, sie sind auch leicht von Gewicht.

Alle Gasmasken müssen natürlich genau dem Kopfe des Trägers anliegen; darum müssen sie auf Dichtigkeit und Sitz vorher geprüft



Abbildung 14: **Filtergerät: Volksschutzmaske, Mod. 722.**
(Auer-Gesellschaft, Berlin.)



Abbildung 15: **Filtergerät: Dräger-Atemmaske mit Nebelfilter-Einsatz.**
(Drägerwerk, Lübeck.)

werden. Zu bemerken ist noch, daß der Wert, die Gebrauchsfähigkeit und die Lebensdauer einer Gasmaske — wie aller Gasschutzgeräte — sehr stark abhängen von ihrer pfleglichen Behandlung. (Aufbewahrung in absolut trockenem Zustande, frost- und hitzesicher; den Maskenkörper nicht an den Bändern aufhängen, weil die sich bildenden Falten Undichtigkeiten beim Sitz der Maske hervorrufen können. Am besten: Aufbewahrung in einem Schrank; die Mundleitung wird dabei auf einen Holzpflock gesteckt. Der Atemeinsatz kann in der Bereitschaftsbüchse bleiben.) Zur Desinfektion der Masken eignen sich Formaldehyddämpfe oder 0,1—0,2prozentige Chinosollösungen. Eine Gasmaske, die alle Anforderungen erfüllt — also eine Idealmaske, die wir als Universalmaske bezeichnen könnten —, die außerdem leicht wäre, die kaum

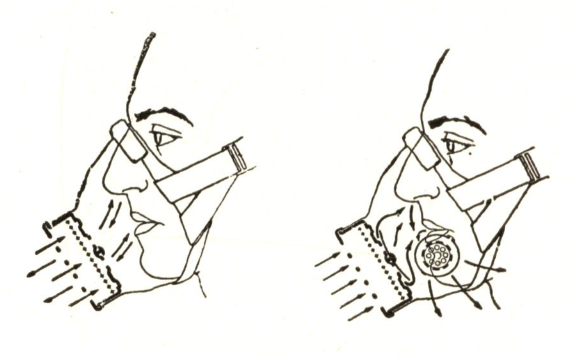


Abbildung 16: **Atemwege im Atemschutzgerät.**
(Auer-Gesellschaft, Berlin.)

einen Atemwiderstand böte, die uns beim Sehen, Hören, Sprechen nicht behinderte, ist noch nicht gefunden worden.

Die Heeresgasmasken aller Länder sind gegen früher bedeutend leistungsfähiger geworden, aber dafür auch schwerer und umfangreicher. Einen wirklich universellen Schutz gegen alle Einatmungsgifte bieten bekanntlich die Sauerstoffgeräte (Isoliergeräte).

Leider sind alle diese Gasschutzgeräte, die wir bisher beschrieben haben, immerhin noch teuer und auch in der Handhabung etwas kompliziert, und darum eignen sie sich für die Ausstattung der Zivilbevölkerung noch wenig. Deswegen sind die großen Firmen der Gasschutzindustrie dauernd bemüht, leichtere und billigere Gasschutzgeräte herzustellen, wie zum Beispiel die Abbildungen 13, 14, 15 und 19 zeigen. Die meisten Gasmasken haben etwas Finsteres und Unheimliches, darum wirken sie besonders auf Kinder oft schreckenerregend. Ich habe bei den vielen Explosionen auf dem Gasplatz Breloh, wo die Zivilbevölkerung sich durch Gasmasken schützen mußte, immer wieder erlebt, daß kleine Kinder laut aufschrien, wenn sie ihre Eltern in den früheren Heeresgas-

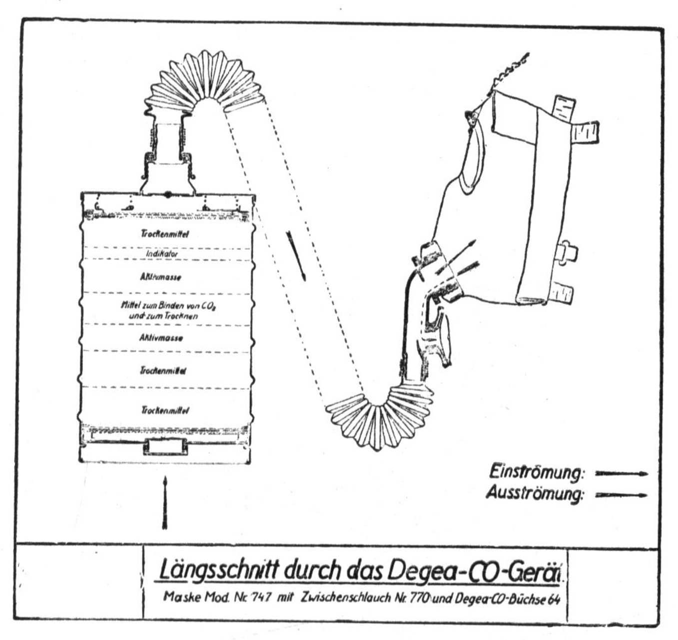


Abbildung 17: **Kohlenoxydgerät: Degea-CO-Gerät, schematisiert.**
(Auer-Gesellschaft, Berlin.)

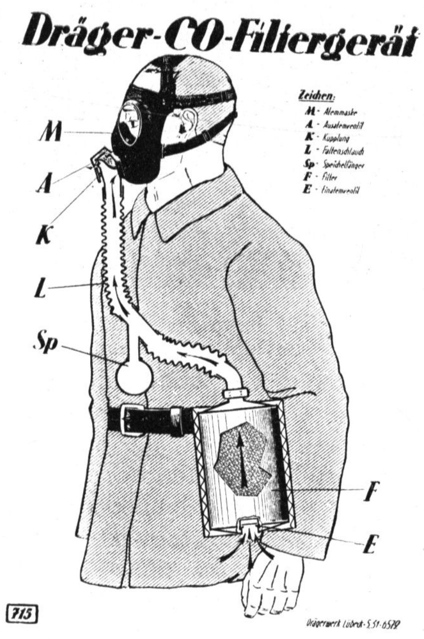


Abbildung 18: **Kohlenoxydgerät: Dräger-CO-Filtergerät, schematisiert.**
(Drägerwerk, Lübeck.)

masken sahen, ja, daß sich die Kinder von ihrer Mutter abwandten und wegliefen[1]. Denn von den Gesichtszügen war nichts zu erkennen. Alles war verhüllt, da der Maskenkörper undurchsichtig war und da die beiden Augenfenster der Maske finster und unheimlich wirkten. Darum werden vielleicht sogenannte „Vollblickgasmasken" (vgl. Abb. 19) als Volksschutzmasken eine Zukunft haben. Hier sind alle Gesichtszüge



Abbildung 19: **Eine Mutter mit ihren drei Söhnen in Vollblickgasmasken.**
(Dr. Stoltzenberg, Hamburg.)

deutlich zu erkennen, alles Finstere, Unheimliche ist verschwunden, und bei dem, der noch nie eine Gasmaske getragen hat, kommt das Gefühl des Gefangenseins nicht auf, und der, der verzagt, kann sich an dem Mienenspiel beherzter Menschen wieder aufrichten; denn er kann sehen, weil das Gesichtsfeld sehr groß ist, denn der ganze Maskenkörper ist durchsichtig. Der Maskenkörper besteht hierbei aus Cellon.

Ideallösungen für eine Gasmaske sind — wie gesagt — noch nicht gefunden worden; aber wir können hoffen, daß aus dem Wettkampf der

---

[1] Büscher, Hermann: Zum Kampfgasproblem. Heerestechnik Nr. 3, März 1930, S. 65 ff. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin.

Firmen der Gasschutzindustrie allmählich eine Gasmaske entstehen wird, die einen Schutz gegen alle Giftgase bietet. Doch müssen wir feststellen, daß die Gasschutzgeräte, die wir bis jetzt in ihren verschiedenen Modifikationen haben, durchaus schon einen sicheren Schutz gegen alle Giftgase gewähren.



Abbildung 20: **Dräger-Gasschutzanzug.**
(Drägerwerk, Lübeck.)

Nun gibt es aber noch chemische Substanzen, die den Menschen auch in flüssiger Form treffen können, wie z. B. die Kampfstoffe der Gelbkreuzgruppe (Dichloraethylsulfid und Lewisit). Dagegen schützen natürlich keine Gasmasken, sondern nur Schutzmäntel (vgl. Abb. 20 und 21). Die bisher gefundenen Lösungen befriedigen noch nicht ganz, besonders, weil es noch nicht einen Stoff gibt, der für viele Stunden absolut undurchlässig besonders gegen Yperit (Gelbkreuz) wäre. Einen feldmarschmäßig ausgerüsteten Soldaten vollkommen zu schützen, ist sehr schwer. Wenn wir ihn vollkommen, das heißt sein Gewehr, seinen Tornister, seine Ausrüstung usw. schützen wollen, dann müssen wir ihn etwa

so einhüllen, wie uns Abbildung 21 zeigt. Aber das wären keine Soldaten mehr, sondern nur noch Gespenster, deren Gefechtswert gleich Null wäre. Der Soldat wäre der Gefangene seiner eigenen Schutzmaßnahmen geworden. Man brauchte ihn nicht mehr abzuschießen, man könnte ihn schon so fangen. Der schwer gepanzerte Ritter des Mittelalters wäre



Abbildung 21: **Soldat in Gasschutzmaske** (unter dem Schutzmantel) **und Schutzmantel.** (Dr. Stoltzenberg, Hamburg.)

ihm gegenüber ein wendiger, eleganter Fechter. Derartige Schutzmäntel sind aber von Wert für in Ruhe liegende Truppen, für die Zivilbevölkerung usw.

Massenschutz

(Sammel- oder Kollektivschutz.)

Wenn schon die Gasmaske nur für den von Wert ist, der die Gasmaske kennt und mit ihr umzugehen weiß, so ist ein Massenschutz (Sammel-, Kollektivschutz) nur durchzuführen, wenn eine Bevölkerung mit den elementarsten Kenntnissen über Gasgefahren vertraut ist. Nähere Ausführungen hierzu im XI. Kapitel S. 188

Jeder sollte wissen, daß die Gase in Richtung des Windes gehen und daß sich daher jeder am ehesten retten kann, wenn er in entgegengesetzter Windrichtung läuft. Weiter sollte jeder wissen, daß beim Laufen ein Mensch viel mehr Luft einatmet als in Ruhe und daß er deshalb durch Unruhe, z. B. Nervosität, Hin-und-her-Rennen usw. viel mehr von einer giftverseuchten Luft einatmet, als wenn er ruhig und besonnen bleibt. Dann sollte er wissen, daß die sehr gefährlichen Kampfstoffe der Gelbkreuzgruppe häufig den Menschen ohne besondere Warnung in flüssigem Zustande treffen können und daß sie daher besonders gefährlich sind. Weiter soll man daran denken, daß die gefährlichsten Gifte meistens geruchlos sind, daß die Luft also stark giftverseucht sein kann, ohne daß wir etwas merken. Wie überhaupt jeder Mensch mit der Eigenart der gebräuchlichsten und bekanntesten Giftgase vertraut sein sollte.

Gassichere Zufluchtsräume gibt es bis jetzt nur sehr wenige, trotzdem viel darüber geschrieben, diskutiert und auch vorgeschlagen wird. Und dabei ließe sich in den meisten Kellern, Unterführungen, Untergrundbahnen, Kanälen usw. manche verhältnismäßig billige Einrichtung zum Schutze treffen; nur soll man nach Möglichkeit vermeiden, große Menschenmassen an einem Ort zusammenzuballen, weil die Gefahr der Panikstimmung besteht. Wenn gar keine Zufluchtsräume zur Verfügung stehen, dann ist es bei Wind und Regen in vielen Fällen besser, die Bevölkerung ins Freie zu schicken, wo sie hoffen kann, daß Wind und Regen die Gase verjagen und vernichten, als die Bevölkerung in große Sammelschutzräume zu pferchen, wo die Panik außerdem noch unnötige Opfer fordern könnte.

Unsere ganzen Massenschutzmaßnahmen müssen immer an das anknüpfen, was da ist, und das sind in erster Linie unsere Wohnhäuser. Die Keller unserer Wohnhäuser sind die Stellen, auf die sich der ganze Kollektivschutz aufbauen muß. Es sollte in jedem Haus ein Kellerraum in seinen Wandungen so verstärkt werden, daß er wenigstens splitter- und gassicher ist. Vollkommen bombensichere Unterstände oder Kellerräume kommen zu teuer für gewöhnliche Wohnhäuser und sind deswegen nur für ganz wichtige Zentralen anzulegen.

Wir müssen von der Ueberlegung ausgehen, daß jede geworfene Bombe noch längst kein Volltreffer ist. In Mietshäusern sind natürlich

mehrere Kellerräume bereitzustellen, vor allem, um nicht zu viele Bewohner an einer Stelle zu konzentrieren. Sollte dann ein Keller durch Volltreffer vernichtet werden, so sind vielleicht doch noch am andern Ende des Hauses die Bewohner zu retten, ähnlich wie es bei dem Schottensystem eines Schiffes ist.

Das Ganze würde gewissermaßen hinauslaufen auf eine Verschärfung baupolizeilicher Vorschriften. Das alles wäre im Grunde nichts Neues. Wie unsere Autogaragen z. B. ganz bestimmten baupolizeilichen Vorschriften entsprechen müssen (es muß sogar ein Feuerlöschgerät vorhanden sein), so könnte man sich denken, daß auch von Staats wegen ein Kellerraum eines Hauses ganz bestimmten gastechnischen Vorschriften entsprechen müßte.

Da Wasser in den Städten meistens überall reichlich vorhanden ist, kann es zur Bekämpfung der meisten Kampfstoffe den allerbesten Dienst leisten, weil gerade die gefährlichsten Kampfstoffe gegen Wasser sehr empfindlich sind.

Ich stelle mir die Verwendung des Wassers etwa so vor: Meldet der Sicherheitsdienst — ein gut organisierter Sicherheitsdienst ist die Vorbedingung für alle Maßnahmen des Gasschutzes — eine „Gasgefahr" für eine Stadt, so müßten, ähnlich wie die elektrischen Lampen des Abends zu gleicher Zeit aufflammen, die Düsen einer künstlichen Beregnungsanlage in Tätigkeit treten und so die ganze Stadt in einen feinen Regen eindecken. Vielleicht wäre eine derartige Anlage mit Hilfe der bestehenden Wasserleitung gar nicht so kostspielig. Aber das weiß ich nicht. Wenn sie zu kostspielig wäre, dann müßten wenigstens nach einem Gasüberfall die Straßen und die Häuserfronten zwei Stunden lang mit Wasser besprengt werden, damit der Verkehr nach Vernichtung der flüssigen Kampfstoffe bald wieder freigegeben werden könnte.

Bestorganisierter Sicherheitsdienst, strengste Straßendisziplin und vor allem Aufklärung tun ein übriges. Nur wer die Eigenart der Wirkung der Giftgase kennt, weiß die Schutz- und Hilfsmittel richtig anzuwenden; genau wie der Soldat, als er die Flugbahn der Geschosse kennengelernt hatte, sich durch geschickte Ausnutzung des Geländes zu schützen wußte.

Wenn wir diese Maßnahmen, die ich hier nur kurz andeuten kann, durchführen würden, dann würden wir schon alle eine gute Strecke Weges weiterkommen. Unsere Städte können wir nicht unterminieren, kostspielige Ventilationsanlagen können wir nicht bauen, unsere Stadtpläne können wir nicht umstülpen. Wir müssen das, was da ist, auszubauen versuchen und vor allen Dingen die Geister ausbauen durch Aufklärung.

Der Krieg hat von jeher die Städtebilder geformt. Der Gaskrieg wird vielleicht die Menschen zwingen, ihre Siedlungen anders anzulegen, wie sie jetzt angelegt werden. Vorausschauend könnte man ungefähr

sagen, wie die Städtebilder später aussehen würden, wenn die Menschen es weiter für notwendig halten, durch Kriege ihre Gegensätze auszutragen. Aber bauen können wir derartige Städte jetzt nicht. Wir können uns nur notdürftig schützen. Wir sind arm geworden. Kommende, reichere Geschlechter mögen sich ihre Welt aufbauen. Vielleicht wird ein neuer Krieg sie klüger machen, als wir es sind.

Wie können wir helfen?

Trotz aller Schutzmaßnahmen müssen wir immer damit rechnen, daß wir bei größeren Unglücksfällen eine große Zahl von Vergifteten haben. Das sehen wir schon bei den Bergwerkskatastrophen, obwohl wir doch gerade *hier* einen hochentwickelten Grubenrettungsdienst haben. Das sehen wir Aerzte außerdem täglich bei Grippe-, Typhusepidemien usw. Trotzdem wir bei derartigen Epidemien immer wieder versuchen, sie einzudämmen, breiten sie sich oft außerordentlich stark aus. Genau so ist es bei allen großen Gaskatastrophen in Kriegs- und Friedenszeiten. Darum genügt es nicht allein, zu wissen, *wie* man sich schützen kann, sondern wir müssen auch wissen, wie wir den Gasvergifteten helfen können; zum mindesten müssen das alle *die* wissen, die zur Hilfe und Heilung berufen sind.

Die Zahl der Giftgase ist außerordentlich groß. Wer sich noch nie mit dem Giftgasproblem beschäftigt hat, könnte allein schon an der erdrückenden Fülle der Zahl verzweifeln, und *doch* sind Hilfe und Heilung nicht so schwierig, wie es auf den ersten Blick scheinen könnte. Man muß *nur* davon ausgehen, daß die verschiedensten chemischen Verbindungen oft gleichartige Krankheitserscheinungen beim Menschen hervorrufen.

Um überhaupt eine Uebersicht zu bekommen, ist es das Einfachste, wenn man die ganzen Giftgase nach ihrer *Wirkung* in drei große Gruppen einteilt[1]. Diese Gruppen sind:

1. Erstickende Gase mit betäubender Wirkung;
2. Reiz- und Aetzgase;
3. Alle übrigen Gase.

1. Erstickende Gase mit betäubender Wirkung.

Hierzu rechnen wir hauptsächlich: Kohlenoxyd, Blausäure, die flüchtigen Narkotica (Aether, Chloroform, Chloraethyl, Stickoxydul [Lachgas] usw.); ferner die Vergiftungen durch Leuchtgas und Rauch[2].

---

[1] Vgl. Flury und Zernik: a. a. O. S. 565.

[2] Außerdem können wir zu dieser Gruppe 1 noch rechnen: Bromaethyl, Methan, Pentan, Acetylen, Benzin, Benzol, Toluol, Xylol, Kohlendioxyd, Tetrachlorkohlenstoff, evtl. auch Schwefelkohlenstoff und Schwefelwasserstoff.

Was machen wir bei Vergiftungen durch derartige Gase?

a) Was haben die Rettungsmannschaften zu tun?

Das Wichtigste ist, jeden Kranken sofort aus dem Gefahrenbereich in frische, reine Luft zu bringen (aber selbst nie in gasverseuchte Luft ohne Gasschutzgerät hineingehen). Dann muß der Kranke ruhig gelagert werden, nachdem man das gasverseuchte Zeug entfernt hat, wie überhaupt alles entfernt werden muß, was die Atmung behindern könnte. Den Kranken warm einhüllen in wollene Decken! Da die meisten Kranken bewußtlos sind und da die Atmung oft sehr unregelmäßig ist, wenn sie nicht sogar ganz stillsteht, ist das wichtigste Hilfsmittel für die Wiederbelebung künstliche Atmung und die Zuführung von Sauerstoff (wenn möglich mit Zusatz von 5 % Kohlendioxyd).

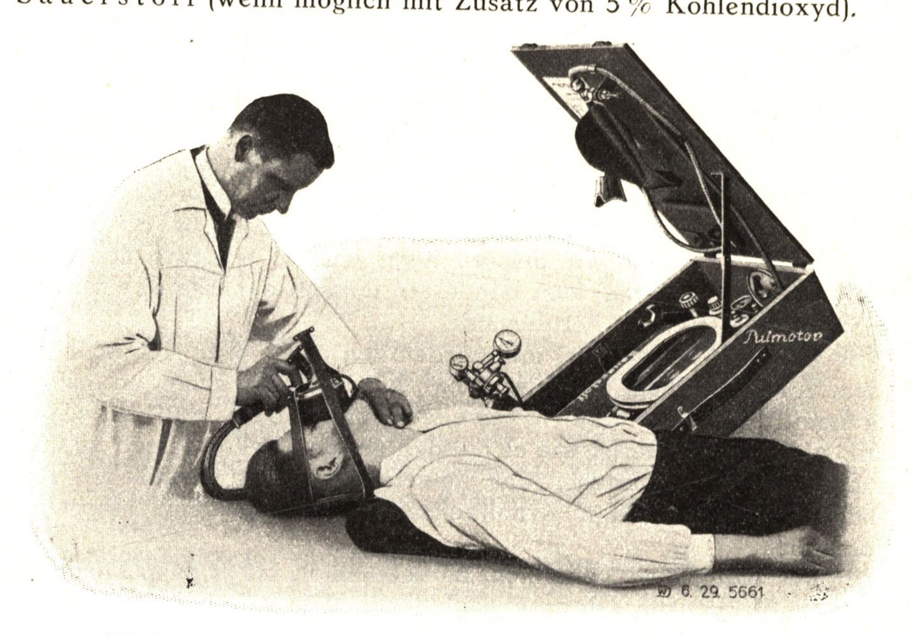


Abbildung 22: **Die Sauerstoff-Wiederbelebungsmaschine „Pulmotor“** in der praktischen Anwendung. (Drägerwerk, Lübeck.)

Gerade die Verbindung von Sauerstoff mit Kohlensäure bedeutet in neuerer Zeit für die Wiederbelebung einen außerordentlich großen Fortschritt; denn die Kohlensäure ist eine der stärksten Peitschen für die Atmung; zugleich hilft sie dem Körper, die flüchtigen Gifte auszuscheiden.

Die künstliche Atmung (bei uns am gebräuchlichsten ist die Methode nach Silvester) sollte jeder beherrschen — zum mindesten eine von mehreren Methoden vollkommen —; und dann sollte jeder auch seine Hände gebrauchen lernen zu einer energischen Massage des Herzens. Die künstliche Atmung hat den Zweck, die natürlichen Atembewegungen zu ersetzen.

Diese Maßnahmen müßten alle Arbeitskameraden und Rettungsmannschaften beherrschen, da ein Arzt in den ersten Augenblicken einer Vergiftung meistens nicht zur Stelle sein kann.

Bei den erstickenden Gasen ist es von ganz besonderem Vorteil, wenn der Sauerstoff unter Druck den Lungen zugeführt werden kann durch sog. „Pulmotoren" (vgl. Abb. 22 und 23). Bei den Reiz- und Aetzgasvergiftungen ist die Zufuhr von Sauerstoff unter Druck zu vermeiden.



Abbildung 23: Gasschutzübung Bremen, 21. Juni 1931: Wiederbelebungsversuch bei einer Kohlenoxydvergiftung durch künstliche Beatmung mittels Sauerstoff-Wiederbelebungsmaschine „Pulmotor". (Draegerwerk, Lübeck.)

b) Wie hilft der Arzt?

Wenn wir sehr viele Vergiftete haben, dann sollen wir nicht die Zeit verlieren mit aussichtslosen Fällen, sondern uns um die Kranken kümmern, die noch zu retten sind. Aussichtslose Fälle sind die, bei denen die Zeichen des Todes (Totenstarre, Leichenflecke, gebrochenes Auge, also eine Trübung und graue Verfärbung der Hornhaut, Kälte des Körpers) festzustellen sind.

Der Arzt muß vor allem die Sauerstoffeinatmung und die richtige Durchführung der künstlichen Atmung überwachen, außerdem muß er als anregendes Mittel für die Atmung Lobelin zur Hand haben (evtl. auch die Sanitätsmannschaften) und auch schnellwirkende Herzmittel, wie Cardiazol, Strophantin, Koffein. Diese Mittel müssen natürlich eingespritzt werden.

Bei den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung soll grundsätzlich kein Aderlaß angewendet werden, weil wir außer dem gifthaltigen Blut auch zuviel Hämoglobin mit entfernen würden, das wir für die Atmung unbedingt gebrauchen. Bewußtlosen darf grundsätzlich keine Nahrung, auch keine Flüssigkeit gegeben werden.

Bei der künstlichen Atmung nach Silvester-Howard habe ich immer wieder beobachtet, daß die Rettungsmannschaften zu sehr zum „Müllern" neigen, das heißt die Beatmung wird in einem flachwirkenden, schnellen Tempo ausgeführt, das eher schädigend als nützlich wirkt. Auf diesen Fehler sollten die Aerzte besonders achten!

Anders ist die Behandlung bei Reiz- und Aetzgasvergiftungen.

2. Reiz- und Aetzgase.

Zu den Reiz- und Aetzgasen rechnen wir alle chemischen Kampfstoffe, also: die Grünkreuzkampfstoffe (Phosgen, Perchlorameisensäuremethylester, Chlorpikrin), die Gelbkreuzkampfstoffe (Dichloraethylsulfid, Lewisit), die Blaukreuzkampfstoffe (Clark I, Clark II, Adamsit, Aethylarsindichlorid), die Augenreizstoffe (Xylylbromid, Bromaceton, Brombenzylcyanid, Chloracetophenon), ferner Chlor, Ammoniak, Schwefeldioxyd, nitrose Gase, Säuredämpfe (z. B. Dämpfe der Schwefelsäure, Salpetersäure)[1].

Eine kausale Therapie ist bei diesen Gasen, soweit sie als Einatmungsgifte wirken, meistens zwecklos, da diese Gifte sofort nach der Einatmung im Körper zu anderen Verbindungen zerfallen. Von großem Wert ist allerdings eine kausale Therapie bei der Einwirkung flüssiger Kampfstoffe, z. B. der Gelbkreuzgruppe, auf die Haut, wenn man sie in den ersten 3—5 Minuten mit Chlorkalk einreibt.

Hilfe und Heilung müssen bei Reiz- und Aetzgasvergiftungen schon deswegen ganz anders sein, weil diese Gase auf den Körper anders wirken als die erstickenden Gase. Während die erstickenden Gase die Lungen passieren, ohne sie zu schädigen, dann in das Blut dringen und in die übrigen Organe und ganz besonders in das Gehirn, und auf diesem weiten Wege zum Teil sogar entgiftet werden, dringen die Reiz- und Aetzgase meistens nur bis in die Lungen vor. Ueberall da, wo sie mit den empfindlichen Zellen des Körpers zusammentreffen, also mit den Schleimhäuten der Atemwege und mit dem zarten Lungengewebe, entfalten sie ihre verderbliche Wirkung. Durch Zerstörungen im Lungengewebe greifen sie in den Atemmechanismus roh ein.

Nichts wird von diesen Reiz- und Aetzgasen wieder ausgeatmet, wie zum Teil bei den erstickenden Gasen. Was also der Mensch einatmet,

[1] Ferner auch: Brom, Jod, Halogenwasserstoffe, Chlor-, Brom-, Jod-, Fluorwasserstoff und deren Halogenabkömmlinge, wie Methylchlorid, Methylbromid, Chlormonoxyd, Chlordioxyd, Schwefelchlorid, Selenwasserstoff, Chlorstickstoff, Phosphortrichlorid, Phosphorpentachlorid, Arsentrichlorid, Schwefelchlorür, Sticktetraoxyd, Phosphoroxychlorid, evtl. auch Schwefelwasserstoff.

bleibt in den Lungen. Erst nach einer gewissen Latenzzeit treten häufig die lebensbedrohenden Zustände ein; Bewußtlosigkeit und Scheintod fehlen meistens im Anfang. Die später auftretenden Erstickungserscheinungen sind nicht direkte Folge der Einatmung, sondern werden erst indirekt hervorgerufen durch ein sich entwickelndes Lungenödem und als Folge davon Herzschwäche, Zirkulationsstörungen usw.

Was machen wir bei Reiz- und Aetzgasvergiftungen?

a) Was haben die Rettungsmannschaften zu tun?

Heraus mit dem Kranken aus dem Gefahrenbereich! Kleider wechseln! Einhüllen in warme Decken! Viel Ruhe. Der Gasvergiftete soll nicht gehen, er muß getragen und gefahren werden, weil jede Bewegung das Sauerstoffbedürfnis des Körpers steigert. Selbst ein längerer Transport ist oft schädlich. Rechtzeitig dem Kranken Sauerstoff zuführen, aber nicht unter Druck (kein Pulmotor!), weil das Lungengewebe durch Aetzgase sehr empfindlich und sehr zerreißlich geworden ist. Sauerstoffzufuhr durch Sauerstoff-Einatmungsgeräte! Keine künstliche Atmung!

b) Wie hilft der Arzt?

Rechtzeitig Herzmittel geben (Strophantin usw.). Selbst bei großer Unruhe dem Kranken kein Morphium einspritzen wegen der Gefahr fürs Atemzentrum (Lähmung!), das wir uns leistungsfähig erhalten müssen. Reichliche Sauerstoffzufuhr ohne Zusatz von Kohlendioxyd (Kohlensäure), da das Blut schon stark mit Kohlensäure überladen ist.

In allem vorsichtig zu Werke gehen! Da häufig große Mengen Blutplasma in die Lungen strömen (Lungenödem), so dickt sich das Blut stark ein im Kreislaufsystem. Lungenödem und hohe Viscosität des Blutes bringen das Herz zum Versagen. Hiergegen ist das beste Mittel ein großer Aderlaß (500—1000 ccm), wodurch Gewebsflüssigkeit in die Blutbahn strömt und das Blut verdünnt und damit das Herz entlastet wird.

Zur Unterstützung des Aderlasses evtl. noch leichte Schwitzkuren vornehmen!

Keine künstliche Atmung!

Die Gelb- und Blaukreuzkampfstoffe können bekanntlich außerdem die Haut schädigen.

Die Gelbkreuzkampfstoffe (Yperit, Lewisit) sind deswegen auch besonders bekannt geworden als Stoffe, die die Körperoberfläche (Haut, Augen usw.) aufs schwerste verätzen können. Es sind typische Zellgifte. Bei der Einatmung von vergastem Gelbkreuz kommt es nur zu einem geringen Lungenödem; aber es werden die oberen Luftwege und große Teile der Lunge verätzt.

Ueber die Sonderbehandlung der einzelnen Kampfgasgruppen (Kap. 5, 6, 7, 8) und der übrigen Reizgase verweise ich auf die besonderen Kapitel (Kap. 9 u. 10). Hier kann ich nur die großen Richtlinien der Behandlung anzeigen.

Für die Gelbkreuzgruppe möchte ich nochmals erwähnen, daß wir im Chlorkalk in den ersten 2—5 Minuten ein sicheres Zerstörungsmittel haben, so daß Hautschädigungen vermieden werden können.

3. **Alle übrigen Gase** (vornehmlich Blut-, Nerven- und Stoffwechselgifte).

Hier müßten alle d i e Gase zusammengestellt werden, die sich von den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung und den Reiz- und Aetzgasen mehr oder weniger unterscheiden. Besonders hervorzuheben wären hier die Blutgifte, die den Blutfarbstoff oder auch sonstwie das Blut schädigen und dadurch viele Störungen im Körper hervorrufen.

Solche sog. Methämoglobinbildner sind die Amino-, Nitro- und Nitroseverbindungen der Benzolreihe. Die Nitroverbindungen schädigen außerdem, genau wie die Nitrite und Ester der salpetrigen Säure, noch die Blutgefäße. Auch Arsenwasserstoff ist ein Methämoglobinbildner.

Bei der Schädigung der Blutgefäße ist der Vorgang so, daß zunächst die Blutgefäße erweitert werden, dann erschlaffen sie und schließlich werden sie abnorm durchlässig.

Weiter wären noch zu dieser Gruppe zu rechnen: viele Metalle und Metallverbindungen[1].

So mannigfaltig die Wirkung im einzelnen ist, so beruht sie im Grunde genommen auf einer Protoplasmawirkung ihrer Ionen, deren Schädigungen meistens im Zentralnervensystem oder im Blut oder den Blutgefäßen auftreten. Zugleich haben wir häufig eine schwere Störung der Stoffwechselvorgänge[2].

Am bekanntesten ist die Giftwirkung von Quecksilber und Blei, dann von Zink, Chrom und von Arsenverbindungen. Aber wir würden uns hier zu sehr in Einzelheiten verlieren und müssen auf die Kapitel 9 und besonders 10 verweisen.

Das Krankheitsbild ist für viele dieser angeführten Gruppen oft sehr charakteristisch; aber es wäre unmöglich, vom Arzte zu verlangen, daß er alle diese Krankheitsbilder beherrscht, weil er kaum in die Lage kommt, derartige Krankheiten zu sehen, wenn er nicht zufällig Arzt in Fabriken ist, wo derartige Giftstoffe verarbeitet werden.

Dazu kommt noch, daß es sich häufig um kombinierte Vergiftungen handelt, so daß man meistens gar nicht weiß, was eigentlich vorliegt.

Darum ist in der Hilfeleistung der alte Grundsatz immer richtig: Nur nicht schaden! Die aktive Hilfe für die R e t t u n g s m a n n s c h a f-

---

[1] Ferner noch Stickstoffwasserstoffsäure, Phosphor, Phosphorwasserstoff, Arsentrioxyd, Zinkoxyd, Anilin, Nitroglyzerin.

[2] Vgl. hierzu Flury und Zernik: a. a. O. S. 584.

ten besteht zunächst immer darin, den Kranken aus dem Gefahrenbereich herauszubringen; sein gasverseuchtes Zeug auszuziehen, ihn in warme Decken einzuhüllen, ihm Sauerstoff zuzuführen und ihm eventuell Herzmittel zu geben. Wenn man nicht weiß, um welche Art von Vergiftungen es sich handelt, soll man mit der künstlichen Atmung vorsichtig sein, es ist häufig besser, sich abwartend zu verhalten.

Um die Gifte aus dem Blut und aus den Geweben zu verdrängen, führt man Sauerstoff zu, und wenn man dem Sauerstoff noch 5 % Kohlendioxyd zufügt, dann hat man ein sehr kräftiges Anregungsmittel für die Atmung.

Bei vielen von diesen Giften fehlen Anfangssymptome. Wir haben also eine längere Latenzzeit, wie z. B. bei den Vergiftungen durch Phosphorverbindungen. Auch bei Arsenwasserstoff verläuft die Vergiftung sehr schleichend.

Wenn die Kranken nicht bewußtlos sind, soll man versuchen, die normalen Ausscheidungsvorgänge durch Lungen, Magen, Darm, Nieren und Haut zu unterstützen, indem der Arzt zum Beispiel physiologische Kochsalzlösung unter die Haut oder auch direkt ins Blut infundiert; ferner indem man Klistiere und Einläufe macht, und dann kann man reichlich Flüssigkeiten (Tee, Kaffee, Milch usw.) zuführen; auch Schwitzkuren helfen außerdem in vielen Fällen; und schließlich muß man auch daran denken, dem Kranken Blut von einer andern Person zu übertragen (Bluttransfusion).

Kommt es bei einem Kranken zu einem Shock (Aufhebung aller körperlichen Funktionen bei Erhaltung des Bewußtseins), dann absolute Ruhe, Zufuhr von Wärme! Bei Kollaps ist dagegen das Bewußtsein nicht erhalten: er entsteht z. B. bei akuter Herzschwäche unter gleichzeitiger Erweiterung großer Gefäßgebiete.

Die beste ärztliche Hilfe in diesen Fällen ist, das Herz zu stützen durch Herzmittel, dann Sauerstoff geben; Bluttransfusionen und Aderlaß, die häufig notwendig sind, sollen nach Möglichkeit nur in Krankenhäusern vorgenommen werden.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen über den Einfluß von Giftgasen auf Lebensmittel.

Hier spielen in Kriegszeiten die flüssigen Kampfstoffe der Gelbkreuz- und die meist festen Stoffe der Blaukreuzgruppe eine sehr große Rolle, die in Tropfen oder Spritzern auf ungeschützte Nahrungsmittel, wie Brot, Milch, Wasser usw., fallen können. Solche Nahrungsmittel sind für Menschen wie für Tiere schädlich und giftig.

Handelt es sich um geringste Mengen flüssiger Kampfstoffe (aber Vorsicht bei Blaukreuzkampfstoffen!), die vielleicht in Flüssigkeiten gekommen sind, so lassen sie sich durch Aufkochen zuweilen noch genießbar machen; aber wenn nur der Verdacht besteht auf Verunreinigung durch derartige Kampfstoffe, sollte man alle diese Flüssigkeiten und Lebensmittel vernichten.

Ganz besonders gefährlich ist es also, wenn es sich um die Kampfstoffe der Blaukreuzgruppe handelt; es sind dieses bekanntlich Arsenverbindungen. Das Wasser behält auch dann seine Giftigkeit, wenn es aufgekocht wird; daran müssen wir immer denken, wenn in Zukunftskriegen zum Beispiel die Lewisite über unsere Großstädte niederregnen sollten.

Bei der Durchgasung von Schiffen und Mühlen durch Blausäure (Zyklon B) ist die Gefahr, daß Lebensmittel geschädigt werden, sehr gering; doch ist eine gewisse Vorsicht geboten bei Milch in offenen Gefäßen und ebenso bei Wasser und wässrigen Flüssigkeiten. Die Gefahr der Schädigung von Lebensmitteln und besonders von Flüssigkeiten durch Grünkreuzkampfstoffe, wie z. B. durch Phosgen, ist gering, weil Phosgen bekanntlich in Flüssigkeiten sofort in praktisch unwirksame Substanzen (Salzsäure und Kohlensäure) zerfällt und außerdem bei + 8,2° vergast.

5. Kapitel

Grünkreuzkampfstoffe

(Phosgen, Perchlorameisensäuremethylester [Perstoff], Chlorpikrin.)

Der 9. September 1920 war ein schöner Spätsommertag. Der Wind stand günstig, die Sicht war gut. Es war ein Tag, wie ihn die Sprengmannschaften auf dem Gasplatz Breloh sich nicht besser wünschen konnten, wenn sie Gasgranaten zu sprengen hatten. Denn oft tagelang mußten sie — wie die Mannschaften eines Segelschiffes — auf so günstige Bedingungen für ihre Sprengarbeiten warten.

Heute konnte es losgehen, und so wurde in den Nachmittagsstunden gesprengt.

Ich mußte mittags über Land, um auswärts Sprechstunde zu halten; ich hatte einen Kollegen um meine Vertretung gebeten. Gegen 6 Uhr nachmittags werde ich dringend telephonisch verlangt: es sei ein Unglück passiert. Ich konnte aber nicht abkommen und verwies an meinen Kollegen. Um 7 Uhr war Telephonschluß. Ich konnte nichts mehr erfahren.

Erst nachts kam ich nach Hause. Ich ahnte nichts Gutes. Ich fuhr, ohne anzuhalten, zum Revier des Gasplatzes.

Alles schlief.

Ich ging in das Zimmer, wo die Schwerkranken gewöhnlich gebettet wurden. Das Licht ging nicht an. Ich hatte keine Taschenlampe. Es war so unheimlich still: keine Bewegung in den Betten, kein Atemzug.

Ich taste mich an das erste Bett. Ich fühle eine kalte Hand, ein kaltes Gesicht. Vielleicht ein Toter?

Im zweiten Bett auch ein Mensch, ganz regungslos und kalt. Was ist nur los? Es wird mir schrecklich zumute. Bin ich ängstlich? Als Arzt ängstlich vor Toten?

Schaurig ist die Nacht.

Ich taste mich zum Zimmer des Sanitätsgehilfen. Ich wecke ihn. Er ist verwirrt und ängstlich: Drei Tote hätten wir. Es wäre schrecklich gewesen. Es hätte alles zunächst gar nicht so schlimm ausgesehen. Bei Schluß des Sprengens habe sich, als die Leute zum Teil ihre Gasmasken schon abgelegt hätten, der Wind plötzlich gedreht. Fünf Sprengmannschaften hätten Gas „geschluckt". Einer scheinbar etwas mehr. Dieser sei von den andern auf einer Tragbahre — allerdings fast drei Kilometer weit — zum Revier getragen worden. Diesem Schwerkranken wäre es immer schlechter geworden, „die Luft wäre ihm ausgegangen"; sie hätten alles mögliche mit ihm aufgestellt. Ohne Erfolg. Auch zwei von den

Trägern, die eigentlich zunächst gar nichts gespürt, die sogar den Schwerkranken getragen und hinterher noch tüchtig mit zugefaßt hätten, wäre es nach zwei Stunden ganz schlecht geworden. Sie hätten auch keine Luft mehr kriegen können. Auch sie wären, trotzdem mein Kollege sich die größte Mühe gegeben hätte, unter ihren Händen weggestorben.

Drei Tote. Fleißige Arbeiter. Ich kannte sie alle gut.

Ich fuhr nach Hause. Traurig, erschüttert. Die Nacht konnte ich nicht schlafen.

Was ist das für ein Gift, das uns Menschen, wenn wir es eingeatmet haben, häufig zunächst kaum Beschwerden macht, uns sogar fröhlich weiterarbeiten läßt und uns dann nach einigen Stunden tötet?

Das sind die Grünkreuzkampfstoffe Phosgen und Perstoff. So heimtückisch wirken sie. Mit diesen Giften müssen wir uns eingehend vertraut machen.

A. Phosgen $COCl_2$

1. Historisches — Chemisches — Kriegstechnisches

Phosgen wurde im Jahre 1811 bereits von I. H. Davy gefunden, als er ein Gemisch von Kohlenmonoxyd und Chlor dem Sonnenlichte aussetzte.

$$CO + Cl_2 = COCl_2$$

Phosgen (hergeleitet vom griechischen phos = Licht) bedeutet, daß es durch Lichteinwirkung entstanden ist. Es hat mithin mit Phosphor nichts zu tun.

Phosgen ist also schon sehr lange bekannt. Es fand in der Vorkriegszeit wie auch jetzt noch, besonders in der Farbenindustrie, eine ausgedehnte Verwendung.

Phosgen ist bei tiefer Temperatur eine farblose, leichtbewegliche, süßlich erstickend riechende Flüssigkeit, die bei plus 8,2 Grad siedet und bei minus 126 Grad erstarrt. Das spezifische Gewicht ist bei Null Grad 1,43. Phosgen ist sehr flüchtig, schon bei Zimmertemperatur verdampft es ohne weiteres zu einem farblosen Gas.

Durch Wasser wird Phosgen sofort in Kohlensäure und Salzsäure zerlegt:

$$\underset{\text{Phosgen}}{COCl_2} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Kohlensäure}}{CO_2} + \underset{\text{Salzsäure}}{2\,HCl}$$

Von allen Einatmungsgiften ist Phosgen das giftigste. Wenn ein Mensch zehn Minuten in einer Atmosphäre verweilt, die 25 Milligramm im Kubikmeter enthält, kann er tödlich vergiftet werden.

Verdünnte Phosgenluftgemische reizen die menschliche Schleimhaut wenig. Man merkt oft gar nicht, daß man Phosgen einatmet. Häufig erst nach ein bis zwei Stunden stellen sich die ersten Beschwerden ein, die

sich dann bald zu schwersten Krankheitserscheinungen entwickeln und oft den Tod zur Folge haben.

Konzentrierte Phosgenluftgemische reizen dagegen die Schleimhäute stark und ersticken den Menschen schnell.

Die Franzosen führten diesen gefährlichen Kampfstoff in größeren Mengen zuerst am 21. Februar 1916 bei Verdun für ihr 75-Millimeter-Feldgeschütz in den Gaskampf ein. Frankreich hat allein im letzten Kriege 16 000 Tonnen Phosgen verbraucht.

Wenn eine Phosgenwolke über eine Gegend streicht, dann sieht der Pflanzenwuchs bald fahl, öde, kahl und herbstlich aus. Die Blätter



Abbildung 24: „Feuerschutzstreifen" aus Birken und vereinzelten Eichen, die trotz wiederholter Einwirkung von Phosgen und andern Kampfgaswolken lebensfähig geblieben sind, während die Nadelholzbestände, die von den Feuerschutzstreifen eingefaßt wurden, vernichtet worden sind und darum abgeholzt werden mußten.
(Aus: Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Hamburg 1932. R. Himmelheber & Co.)

fallen von den Bäumen; der grüne Pflanzenwuchs wird durch die abgespaltene Salzsäure schnell zerstört (Plasmolyse). Aber die meisten Pflanzen beginnen nach einiger Zeit wieder zu grünen, da die Zerstörung nicht die Wurzeln trifft; denn der Boden neutralisiert die Wirkung des Phosgens schnell. Am empfindlichsten gegen Phosgen und überhaupt gegen die meisten chemischen Kampfstoffe sind die Nadelhölzer, die darauf angewiesen sind, mit drei bis fünf Jahre alten Nadeln zu assimilieren, das heißt aus unorganischen Substanzen organische zu bilden. Wenn diese Organe stark angegriffen werden, gehen die Baumbestände rettungslos verloren. Laubholz ist dagegen bedeutend

widerstandsfähiger. Das kann man noch heute sehr schön sehen auf dem früheren Gasplatz Breloh, auf dem ausgedehnte Nadelholzwaldungen standen, die durch Phosgen und andere Kampfgaswolken im Laufe der Jahre bei den Aufräumungsarbeiten (Explosionen, Sprengungen usw.) vernichtet wurden. Die Nadelholzbestände waren von Feuerschutzstreifen aus Birken und auch aus Eichen eingefaßt. Diese Feuerschutzstreifen aus Birken und Eichen sind trotz wiederholter Einwirkung von Phosgen und andern Kampfgaswolken lebensfähig geblieben, während die Nadelholzbestände vernichtet worden sind, wie uns Abbildung 24 zeigt.

T r i n k w a s s e r und N a h r u n g s m i t t e l werden bei einem Zusammentreffen mit dem gasförmigen Phosgen kaum vergiftet, da sich Phosgen in Flüssigkeiten bekanntlich sofort in Kohlensäure und Salzsäure zersetzt. Diese Säuren sind aber meistens so gering, daß eine ernstliche Schädigung für die menschliche Gesundheit nicht in Frage kommt, doch ist immerhin besonders in kalten Jahreszeiten Vorsicht geboten. Der Geschmack der Speisen kann allerdings leiden.

2. Die Wirkung von Phosgen auf den Menschen.

Das Krankheitsbild des Phosgenvergifteten

Wir wissen bereits, daß Phosgenluftgemische sehr heimtückisch wirken, daß sie zunächst kaum Beschwerden machen und daß sich erst im Laufe von Stunden allmählich ein ernstes Krankheitsbild entwickelt. Der Mensch merkt und ahnt häufig zunächst sein Verhängnis nicht.

Meistens nach ein bis zwei Stunden machen sich die ersten Zeichen einer Atemnot bemerkbar. Die Atemzüge, die normalerweise 18 bis 20 in der Minute betragen, steigen an auf 30, 40, 50; ja, auf der Höhe der Erkrankung zählt man 60 bis 70 Atemzüge. Der Atem jagt förmlich.

Die Kranken ringen nach Luft. Sie keuchen und jammern und stöhnen. Das Gesicht wird blaurot und verquollen. Die Nasenflügel blähen sich weit auf; die Halsgefäße pulsieren stark. Angst und Not stehen in den Gesichtszügen. Gelb-rötlich getönter Schaum quillt häufig aus Mund und Nase hervor.

Die Atembewegungen nehmen gewaltige Dimensionen an. Der Brustkorb rückt in Einatmungsstellung, das Zwerchfell arbeitet stürmisch; selbst die Bauchmuskulatur arbeitet mit, die Flanken schlagen, die Zwischenrippenräume und die Schlüsselbeingruben werden bei der Einatmung stark eingezogen. Alles wird mobil gemacht, um nur eines einzufangen: Luft, Luft, Luft!

Oft stundenlang halten diese maximal gesteigerten Atembewegungen an. Das Bewußtsein wird getrübt; in schweren Fällen versagt das Herz allmählich, zuweilen auch unerwartet plötzlich. Der Kranke stirbt meistens schon in den ersten Stunden des ersten Tages nach der Vergiftung.

Gelingt es, durch geeignete therapeutische Eingriffe, den Kranken zu retten, dann gehen alle diese Erscheinungen meistens schnell zurück, und wenn keine Komplikationen eintreten, dann haben wir häufig schon am 5. bis 6. Tage wieder einen verhältnismäßig gesunden Menschen vor uns.

Bei schwersten Fällen — bei Einatmung sehr starker Phosgenkonzentrationen — tritt der Tod nicht nach Stunden, sondern schon nach Minuten ein. In ganz leichten Fällen dagegen haben wir nur mäßige Schmerzen und ein Gefühl der Enge auf der Brust und Atemnot: Krankheitserscheinungen, die meistens bereits nach wenigen Tagen schwinden.

Welche Schädigungen sind durch die Phosgeneinatmung im menschlichen Organismus eingetreten, die ein so schweres, erschütterndes Krankheitsbild hervorrufen können?

Die Schädigungen im menschlichen Organismus durch Phosgeneinatmung

Verdünnte Phosgenluftgemische dringen meistens ziemlich ungehindert und vom Menschen unbemerkt in die Tiefe der Lungen ein. Nichts wird wieder ausgeatmet, wie es zum Beispiel bei der Blausäure der Fall ist. Alles eingeatmete Phosgen bleibt in den Lungen und schlägt sich an den zarten Wänden der Lungenbläschen (Alveolen) und der Lungenkapillaren nieder. Diese Lungenkapillaren sind die feinsten Verzweigungen der Blutgefäße in den Lungen; sie umspinnen die Lungenbläschen mit einem feinen Netz.

Die Alveolarwände, die normalerweise nur für die Ein- und Ausatmungsluft (Sauerstoff und Kohlensäure) durchgängig sind, werden durch die Phosgeneinatmung so geschädigt, daß sie für die Flüssigkeit des Blutes, das Blutplasma, durchlässig werden. Das Blutplasma ist die eigentliche Blutflüssigkeit, in der die geformten Blutelemente (rote und weiße Blutkörperchen usw.) gleichmäßig verteilt (suspendiert) sind.

So sickert aus den Kapillaren durch die Alveolarwände hindurch das Blutplasma in die Lungen hinein. Es strömt also in die Lungen zunächst nur das Blutplasma; die geformten Blutelemente bleiben dagegen im Körperkreislauf zurück. Allmählich treten immer größere Blutflüssigkeitsmengen aus dem Strombett der Kapillaren aus und überfluten die Lungen: es bildet sich ein sogenanntes Lungenödem, also eine Ansammlung von Flüssigkeit, und zwar von Blutflüssigkeit in den Lungen. Der komplizierte Atemmechanismus wird durch diese Ueberschwemmung mit Blutflüssigkeit roh zerstört. Die Lungenbläschen, die mit Blutplasma vollgelaufen sind, scheiden für die Atmung aus; ganze Lungenteile werden allmählich für die Atmung ausgeschaltet, andere müssen die Arbeit mitübernehmen. In diesen noch gesunden Lungenteilen blähen sich durch die gewaltige Mehrleistung die Lungenbläschen oft so auf, daß sie platzen. Die Lungen laufen allmählich immer mehr voll mit Blutflüssigkeit, später auch noch mit geformten Blutelementen (roten und weißen

Blutkörperchen usw.). Es tritt mithin eine mechanische Behinderung der Atmung ein, wodurch es bald zu großem Sauerstoffmangel kommt. Schließlich ersticken die Kranken; sie ertrinken gewissermaßen in ihrer eigenen Körperflüssigkeit, ein Zustand, den der seegewohnte Engländer sehr treffend als „dryland drowning" (Ertrinken auf dem Trockenen) bezeichnet.

Dadurch, daß große Mengen Blutplasma in die Lungen strömen und anderseits die geformten Blutelemente im Adersystem zurückbleiben, wird das Blut in den Adern stark eingedickt: die innere Reibung (Viskosität) des Blutes nimmt zu. Der Blutstrom wird verlangsamt und kann das Gewebe nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgen, wodurch der Sauerstoffmangel sich noch mehr bemerkbar macht (daher die bläuliche Verfärbung der Haut [Cyanose] und die Bewußtseinsstörungen).

Entweder ertrinkt also der Mensch in seiner eigenen Flüssigkeit, das heißt er erstickt oder das Lungenödem wird aufgesogen. In diesem Falle wird das Blutplasma, das in die Lungen geströmt war, auf dem Wege über die Lymphbahnen wieder dem Blute zugeleitet.

Das sind die Schädigungen, die Phosgen in den Lungen hervorruft. Alle Schädigungen an anderen Organen sind Folgen dieser Lungenschädigung, also nicht direkt, sondern indirekt durch die Phosgeneinatmung bedingt.

Indirekt ist es besonders die Tätigkeit des Herzens, die durch die Phosgeneinatmung aufs schwerste geschädigt wird. Denn durch das Lungenödem tritt eine mechanische Behinderung des kleinen (Lungen-) Kreislaufes ein, da das Oedem die Blutgefäße in den Lungen zusammenpreßt, so daß das Herz schon bei der Versorgung der Lungen mit Blut die größten Widerstände zu überwinden hat. Außerdem muß das Herz das teerartige, zähe Blut durch alle Adern drücken und dann wird es noch durch die gewaltigen Anstrengungen der Atemmuskulatur stark in Anspruch genommen. Es müssen darum schon die letzten Reserven, die im Herzmuskel schlummern, mobil gemacht werden, wenn diese ungeheure Arbeit geleistet werden soll. Doch viele Herzen erlahmen nur allzu schnell. Es ist besonders das r. Herz, das unter der Last (Kreislaufhindernis + Blutviskosität) bald zusammenbricht. Nur die besten Herzen halten aus.

Der Phosgenvergiftete steht und fällt mit der Kraft und Güte seines Herzens.

Die mangelhafte Herztätigkeit, die Erstickung und die Blutviskosität führen natürlich auch zu Stauungserscheinungen in allen übrigen Organen.

Wenn der Mensch *hochkonzentriertes* Phosgen einatmet, dann kommt es zur Verätzung des Lungengewebes. Die Lungenteile, die in diesem Falle mit Phosgen in Berührung kommen, werden abgetötet, so daß sie nicht mehr zur Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe be-

fähigt sind: es kommt zur Erstickung durch plötzliche Ausschaltung des Lungenkreislaufes und damit zu schnellem Tode in wenigen Minuten.

Da der Tod so plötzlich eintritt, kommt es nicht mehr zur Oedembildung in den Lungen, es kommt auch nicht mehr zu irgendwelchen sekundären Wirkungen in den übrigen Organen. Es handelt sich eben um eine direkte Säureverätzung der Atemwege bis hinab zu den Alveolar- und Kapillarwänden.

3. Hilfe und Heilung bei der Phosgenvergiftung.

Wie helfe ich mir selbst?

Vollkommen gesichert ist der, der eine gut verpaßte Gasmaske (Maske mit Atemfilter) sein eigen nennen kann, die er in gefährdeten Zeiten und in gefährdeten Gebieten immer griffbereit zur Hand haben muß. Besitzer von Gasmasken sind aber die wenigsten.

Was macht man, wenn man ohne Gasmaske von einer Phosgenwolke überrascht wird?

Man bewahrt zunächst Ruhe, Vernunft und Ueberlegung. Nur der wird diese Eigenschaften haben, der das Wesen der Wirkungsweise des Phosgens, wie überhaupt das Wesen der Wirkungsweise von Gasen kennt. Angst und Furcht sind die schlechtesten Berater; sie führen zur Panik und Panik verlangt neue Opfer.

Ueberrascht einen draußen eine Phosgenwolke, dann so schnell wie möglich versuchen, aus dem Phosgenbereich herauszukommen. Aus den Gaswolken herauslaufen, nicht mit den Gaswolken laufen (stets entgegengesetzt der Windrichtung)! Den Atem anhalten! Wenn nichts zur Hand, dann ein feuchtes Tuch vor Mund und Nase halten; in höchster Not mit Urin anfeuchten! Ist man aus der Gefahrenzone heraus, dann sich ausruhen, sich hinlegen; selbst dann, wenn man das Gefühl hat, nicht vergiftet zu sein. Die Gefahr der Vergiftung besteht immer, wenn man nur in der Nähe einer Phosgenwolke gewesen ist. Entweder bei schönem Wetter draußen sich hinlegen oder in dem ersten nicht mehr gefährdeten Hause sich ausruhen. Keine Treppen steigen, warten bis Hilfe kommt, nicht zum Krankenhaus laufen! Durch all diese Bewegungen (erhöhter Sauerstoffbedarf) wird der Zustand nur noch verschlimmert, denn jede unnötige Bewegung verdirbt die Chance der Heilung. Darum sich transportieren lassen und Ruhe bewahren.

Wird man in Friedenszeiten in einem Hause durch Phosgenwolken überrascht und besteht keine Möglichkeit zu schnellster Flucht, dann schnell die oberen Stockwerke des Hauses aufsuchen (Phosgen ist schwerer als Luft); Türen, Fenster usw. mit feuchten Decken und ölgetränkten Tüchern abdichten. Sich ruhig verhalten. In Kriegszeiten

müssen wegen der Bombengefahr die Keller aufgesucht werden, deren Fenster unbedingt mit feuchten Decken abgedichtet sein müssen.

Das sind Gasgefahren von außen; droht eine Vergiftung zum Beispiel im Laboratorium oder in einer Fabrik, dann schleunigst heraus aus den Räumen an die frische Luft. Außerhalb der Gefahrenzone sich ausruhen, Hilfe abwarten. Kann man die Räume nicht verlassen, dann schleunigst alle Fenster und Türen öffnen.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Von der richtigen ersten Hilfeleistung hängt das Schicksal des Phosgenvergifteten ab.

Regeln für alle Rettungsmannschaften (Feuerwehren, Polizei, Sanitätskolonnen, Technische Nothilfe usw.):

Nur mit Gasmaske in die Gefahrenzone hineingehen! Ruhe und Besonnenheit bewahren, planmäßig und in ruhiger Ueberlegung vorgehen! Immer bedenken, was man tut, und warum man es tut!

Das Wichtigste: Die Phosgenvergifteten so schnell wie möglich aus der Gefahrenzone herausholen, sie in frische, reine Luft bringen. Dann unbedingte Ruhe, das heißt die Kranken nicht gehen lassen, sie nach Möglichkeit auf Tragbahren, wenn auch behelfsmäßig hergerichtet, tragen (vgl. Abb. 35), sie nicht weit transportieren. Sie bei schönem Wetter draußen in Abständen von drei bis fünf Meter (Gefahr neuer Vergiftung durch Ausdünstung von Phosgen aus den Kleidungsstücken!) lagern. Der Sinn dieser Maßnahmen ist, das Atembedürfnis so klein wie möglich zu halten, das heißt das Sauerstoffbedürfnis auf ein Minimum beschränken.

In Kriegszeiten müssen alle Rettungsmannschaften die Sicherheitsvorschriften, die von den Städten und Ländern auszuarbeiten sind, mit unnachsichtlicher Strenge durchführen. Auf strengste Straßendisziplin achten; viele Unglücksfälle entstehen durch Leichtsinn und Gleichgültigkeit.

Besondere Regeln für das Sanitätspersonal

Vorsichtig den Vergifteten die Oberkleider abnehmen, sie in Decken einhüllen (wegen der Gefahr der Abkühlung Wärmflaschen usw.). Sie überhaupt behutsam und warm betten zur Verhütung von Erkältungskrankheiten (Lungenentzündungen usw.). Wenn die Kranken in Krankenwagen transportiert werden, dann die Fenster öffnen (Gefahr neuer Vergiftung wegen der Ausdünstung aus den Kleidungsstücken!), die Kranken gegen Zugluft schützen.

Vor allem sehen, schnellstens Aerzte zu bekommen; wenn nicht möglich, dann nicht tatenlos zusehen, wie sich der Zustand verschlimmert, sondern den Kranken rechtzeitig Sauerstoff zuführen (nicht warten, bis große Atemnot und Blaufärbung des Gesichts sich ein-

stellen). Nie Sauerstoff unter Druck zuführen, daher kein Pulmotor! Wer es gelernt hat, soll den Kranken ein Herzmittel, zum Beispiel 1 ccm Cardiazol, einspritzen. Aber das Wichtigste bleibt: immer wieder Sauerstoff zuführen. Streng verboten: Morphium einzuspritzen (selbst wenn der Kranke noch so aufgeregt ist und vor Schmerzen stöhnt). Niemals künstliche Atmung vornehmen! Die meisten Kranken werden schon ruhig, wenn sie reichlich Sauerstoff bekommen. Bei Augenentzündungen die Augen ausspülen mit dreiprozentiger Borwasserlösung. Vor Abtransport den Kranken Täfelchen umhängen mit kurzer Angabe über Vorgeschichte, bisherige Behandlung usw. zur Orientierung des behandelnden Arztes.

Besondere Regeln für die Polizei

Bei Unglücksfällen in Friedenszeiten (Undichtwerden oder Platzen von Phosgentanks, wie beim Hamburger Phosgenunglück) gefährdete Häuserblocks räumen lassen. Nicht die Bevölkerung — wenn noch die Möglichkeit der Räumung besteht — in die oberen Stockwerke der Häuser schicken in der Annahme, daß sie dort gesichert sei, weil Phosgen infolge seiner Schwere nur am Erdboden lagern könne. Verdünnte Phosgenluftgemische werden durch Windstöße, Wirbelwinde usw. sehr leicht in die Höhe getrieben.

Gefährdete Straßen in weitem Umfange für den Verkehr sperren, nicht nur die Straßenzüge, wo man angeblich Gaswolken gesehen hat.

Beruhigend auf die Bevölkerung einwirken. Jeden Menschen, der glaubt Phosgen eingeatmet zu haben, so behandeln, als wenn er schwer erkrankt sei, das heißt strengste Ruhe. Dafür sorgen, daß die Vergifteten transportiert werden und nicht selbst in die Krankenhäuser laufen. Selbst vollkommen gesund aussehende Menschen können nach einigen Stunden schwere Vergiftungserscheinungen zeigen. Das Urteil — ob vergiftet oder nicht — immer dem Arzte überlassen.

Besondere Regeln für Feuerwehren

Die Feuerwehr, die in Friedens- wie auch in Kriegszeiten in der Heimat die ganze Last der Verantwortung für die erste Rettung zu tragen hat, und die als bestausgerüstete Rettungsmannschaft in die Gefahrenzone hinein muß, wird den größten Wert auf Instandhaltung der Gasschutzgeräte legen müssen. Das Gefühl vollkommener Sicherheit im Umgang mit Gasschutzgeräten wird nur dann erreicht werden können, wenn immer wieder Uebungen stattfinden in Gaswolken, die durch künstliche Nebel erzeugt werden und die mit Reizstoffen (zum Beispiel Clark II) mäßig durchsetzt werden müssen.

Wie hilft der Arzt?

Eine kausale Therapie, das heißt das Phosgen als solches im Körper zu vernichten, wie man es zum Beispiel im Laboratorium durch

Ammoniak, Alkohol und Wasser kann, ist nicht möglich, da sich Phosgen im Körper sofort und augenblicklich in praktisch unwirksame Substanzen (Salzsäure und Kohlensäure) zersetzt.

Wegen dieser schnellen Zersetzbarkeit wird es uns wohl nie gelingen, das eingeatmete Phosgen vor Entfaltung seiner schädigenden Wirkung im Organismus zu zerstören.

Die Wissenschaft ist auf den Gedanken gekommen, die Lungenwände so abzudichten, daß das Blut nicht in sie einströmen kann. Im Kalk zum Beispiel haben wir theoretisch ein derartiges Mittel. Denn Kalk besitzt die Eigenschaft, Zellmembranen abzudichten, so daß der Durchtritt von Flüssigkeiten gehemmt wird.

Darum kann man unter günstigen Verhältnissen (zum Beispiel in Lazaretten, Kliniken) versuchen, zur Eindämmung der Oedembildung in den Lungen in den ersten Stunden nach der Phosgeneinatmung (später zwecklos) subcutan (am besten Pectoralis- und Oberschenkelgegend!) eine einprozentige Chlorcalciumlösung (500—800 ccm) einzuspritzen (aber Vorsicht bei intravenöser Infundierung.)

Doch Erfolg unsicher, zweifelhaft!

Darum hiermit nicht kostbare Zeit verlieren!

Auch nicht versuchen, durch intravenöse Einspritzungen von (25 %) hypertonischen Traubenzuckerlösungen gewissermaßen durch osmotischen Zug das Lungenödem aus den Lungen herausziehen zu wollen, da der Erfolg zweifelhaft ist. Viel wichtiger — weil häufig lebensrettend! — als derartige unsichere Experimente ist die rechtzeitige Anwendung verhältnismäßig sicherer therapeutischer Mittel. Das sind — außer Ruhe —

Sauerstoff — Herzmittel — Aderlaß.

Bei Sauerstoffmangel (gekennzeichnet durch Atemnot und Cyanose): Früh reichlich Sauerstoff geben, nicht erst starke Cyanose abwarten! Sauerstoff nicht unter Druck (daher auch kein Pulmotor), da Gefahr der Zerreißung der geblähten Lungenalveolen und damit Entstehung von interstitiellem Lungen- und Mediastinalemphysem.

Keine künstliche Atmung und keine Asthmamittel!

Rechtzeitig das Herz kräftigen durch intravenöse Injektion von ½—1 ccm Strophanthin, eventuell — je nach Verhalten des Pulses — die Wirkung unterstützen durch subcutane oder intramuskuläre Gaben von 1 ccm Cardiazol oder 2—4 ccm Oleum camphoratum forte (diese Gaben so lange in Abständen wiederholen, bis Herz und Puls gut sind).

Daran anschließend nach 10 bis 15 Minuten (nach Möglichkeit innerhalb der ersten Stunden nach der Vergiftung)

ausgiebiger Aderlaß

(je nach Konstitution mindestens 500—800 ccm).

Technik des Aderlasses: Umgebung der Armbeugevene mit Alkohol säubern, schmerzlos machen durch Injektion von 1 ccm Novocain (Vorsicht, nicht in die Vene injizieren), Oberarm abbinden (genügt Taschentuch), Vene durch 1 cm Längsschnitt freilegen, Vene dann anstechen und langsam Blut ablaufen lassen.

Macht das Herz während des Aderlasses Schwierigkeiten, dann Aderlaß unterbrechen, Herz von neuem durch Herzanaleptica (Strophanthin, Cardiazol usw.) stärken, erst dann wieder im Aderlaß fortfahren!

Den Aderlaß nicht mit Kanüle vornehmen, da diese sich wegen der hohen Viskosität des Blutes leicht verstopft und außerdem meistens die gewonnene Blutmenge zu gering ist.

Der Aderlaß, das souveräne Mittel in der Behandlung der Phosgenvergiftung, beseitigt:

1. Die Bluteindickung durch Einströmen von Gewebswasser in die Blutbahn;
2. die Ueberlastung des r. Herzens und die Zirkulationsstörungen.

Der Erfolg ist oft überraschend: die Stauungserscheinungen und die Atemnot schwinden, das Bewußtsein wird klar, der Kranke wird ruhig, die Herztätigkeit setzt lebhaft ein. In den ersten Stunden und Tagen nach dem Aderlaß dem Herzen weiter die größte Aufmerksamkeit schenken. Bei Herzschwäche weiter Strophanthin, Cardiazol, Digipuratum einspritzen, später Digalen innerlich dreimal täglich eine Tablette.

Gegen den Reizzustand der Augen: Wiederholtes Entfernen des Sekretes, Auswaschen mit einer dreiprozentigen Borwasserlösung, Einstreichen einer alkalischen Augensalbe:

Rp.
Natr. biborac. subt. pulv. 1,0
Natr. bicarbon. purissim. 2,0
Aquae
Adipis lanae anhydr. $\overline{aa}$ 10,0
Vaselin. americ. alb. ad 100,0

1 % Zinksulfatlösung, Schutz gegen Lichteinfall (Augenklappe).

Gegen den Reizzustand von Rachen, Kehlkopf (Husten), Luftröhre: Feuchte Luft (Bronchitiskessel), Inhalationen mit Eukalyptusöl, Emser Salz, Codein (zwei- bis dreimal täglich eine Tablette 0,025), Gurgeln mit Kaliumpermanganat; Cardiazol-Dicodid (dreimal täglich 20 Tropfen), eventuell auch Eukodaltabletten 0,005 kombiniert mit ½—1 ccm Eukodal subcutan.

Gegen Schmerzen: Kein Morphium (Gefahr für das Atemzentrum!). Wenn man ohne heroische Schmerzstillungsmittel glaubt absolut nicht auskommen zu können, dann 1 ccm Dilaudid (Knoll)

subcutan oder auch ½—1 ccm Eukodal subcutan. Gegen Kopfschmerzen Pyramidon.

G e g e n U n r u h e : Erhöhte Sauerstoffzufuhr, Aderlaß, 1—2 Tabletten Allional „Roche", Sedobrol. K e i n C h l o r a l h y d r a t (Schädigung des Kreislaufes!).

Z u r B e r u h i g u n g ä n g s t l i c h e r P a t i e n t e n (durch Schreck usw.) o d e r a u f g e r e g t e r M i t l ä u f e r : 1 Schluck Kognak.

B e i d r o h e n d e m A t e m s t i l l s t a n d : Lobelin (Ingelheim) 0,01 langsam intravenös.

I n d e r R e k o n v a l e s z e n z : Weiter sorgfältige Beobachtung und Pflege. Wenn keine Komplikationen auftreten (Pneumonien, Bronchopneumonien, zu deren Verhütung man einige Tage lang Solvochin und Transpulmin intramuskulär geben kann), vom achten bis zehnten Tage ab vorsichtig aufstehen lassen. Keine Anstrengungen! Rauchen verbieten! Liegekuren, später Atemübungen. Als Expectorans: Kaliumjodatum (8,0/200,0). Fürs Herz: innerlich Digalen, Digipuratum. Zur Beruhigung zum Beispiel Sedobrol usw. Kräftige Nahrung. Auf den Kranken seelisch gut einwirken (L e b e n s w i l l e n u n d S e l b s t v e r t r a u e n s t ä r k e n !); wie überhaupt in allem r u h i g zu Werke gehen. Um den unruhigen Kranken von Anfang an eine Atmosphäre von Ruhe ausbreiten!

B. Perchlorameisensäuremethylester

(Perstoff) $Cl \cdot COO \cdot CCl_3$

Deutsch: Perstoff. Französisch: Surpalite. Englisch: Diphosgen.

1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches

Wir Deutsche führten diesen Kampfstoff zum ersten Male am 19. Mai 1916 bei Chattancourt in den Gaskrieg ein. Bereits im Juni 1916 verfeuerten wir bei Fleury vor Verdun bei einem einzigen Verschuß über 100 000 Granaten. Perstoff war die deutsche Antwort auf das sehr gefährliche Phosgen, das die Franzosen schon am 21. Februar 1916 mit ihren 75-mm-Feldgeschützen verschossen hatten.

Mit Perstoff kann man wegen seiner geringen Flüchtigkeit fast umgehen wie mit Wasser; man gießt diesen Kampfstoff wie Wasser in die Granaten.

Perstoff ist ungefähr von gleicher Wirksamkeit wie Phosgen. Seit der Einführung dieses Kampfstoffes konnte das Artilleriegasschießen erst in größerem Maßstabe durchgeführt werden, weil von da an Gasgranaten in großen Mengen leicht hergestellt werden konnten. Seit dieser Zeit beginnt das Artilleriegasschießen immer mehr in den Mittelpunkt aller Kampfhandlungen zu treten.

Es ist natürlich notwendig, beim Füllen von Geschossen Gasmasken zu tragen, aber irgendwelche Spritzer auf die Haut schaden nicht; sie rufen weder Reizung noch Entzündung hervor.

Perstoff war der Typus des deutschen Offensivkampfstoffes, da er wegen seiner schnellen Verdampfung bald aus dem beschossenen Gebiet verschwindet. Allerdings bleibt dieser Stoff länger liegen als Phosgen, so daß man immerhin drei Stunden warten muß, ehe man ein mit Perstoff beschossenes Gelände wieder betreten kann.

Die Granaten, die mit Perstoff gefüllt waren, wurden von uns Deutschen mit einem grünen Kreuz bezeichnet. Nach diesem Kampfstoff haben die übrigen Kampfstoffe, die zu dieser Gruppe gehören, also Phosgen und Chlorpikrin, den Namen „Grünkreuzkampfstoffe" erhalten.

Wegen seines geringen Dampfdruckes und der damit verbundenen geringen Flüchtigkeit muß Perstoff künstlich verdampft oder vernebelt werden, was man dadurch erreicht, daß die Granaten mit einer Sprengladung versehen werden.

Der reine Perstoff ist eine farblose, ölige Flüssigkeit (vgl. Abb. 2), die bei 128 Grad siedet und ein spezifisches Gewicht von 1,65 besitzt Das technische Produkt reizt zu Tränen und ist fast ebenso giftig wie Phosgen. Auf die Geschmacksnerven wirken schon kleine Perstoffmengen insofern unangenehm ein, als zum Beispiel Zigarren und Zigaretten einen faden Geschmack bekommen. Eine Vergiftung von Nahrungsmitteln sowie von Getränken durch perstoffhaltige Luft ist, genau wie bei Phosgen, kaum zu befürchten, da es sich sehr rasch in Kohlensäure und Salzsäure zersetzt. Auf Pflanzen wirkt Perstoff ebenso wie Phosgen.

Wie eng die Verwandtschaft zwischen Perstoff und Phosgen ist, sieht man schon daraus, daß Perstoff in 2 Moleküle Phosgen zerfallen kann:

$$\underset{\text{Perstoff}}{Cl \cdot COO \cdot CCl_3} = \underset{\text{Phosgen}}{2\,CO\,Cl_2}$$

Deswegen bezeichnen die Engländer diesen Kampfstoff auch als „Diphosgen".

2. Die Wirkung von Perstoff auf den Menschen

Die große Giftigkeit des Perchlorameisensäuremethylesters (Perstoff) ist vielleicht nicht eine spezifische Eigenschaft, sondern ist wahrscheinlich zurückzuführen auf den leicht eintretenden Zerfall in Phosgen.

Durch Wasser wird Perstoff, wie wir sahen, genau wie Phosgen augenblicklich zersetzt in Kohlendioxyd (Kohlensäure) und Chlorwasserstoff (Salzsäure) nach der Formel:

$$Cl \cdot COO \cdot CCl_3 + 2\,H_2O = 2\,CO_2 + 4\,HCl$$

Perstoff + Wasser = Kohlensäure + Salzsäure

Wenn Perstoff in das Innere des Organismus gelangt, so kommt er hier mit wässeriger Flüssigkeit in Berührung und unterliegt der Zersetzung durch Wasser genau wie Phosgen. Das Schicksal des Perstoffes im Organismus wird wohl so sein, daß zunächst Phosgen gebildet wird, das dann weiter in Kohlendioxyd (Kohlensäure) und Chlorwasserstoff (Salzsäure) zerfällt. Also:

$$\underset{\text{Perstoff}}{Cl \cdot COO \cdot CCl_3} = \underset{\text{Phosgen}}{2\,CO\,Cl_2}$$

$$2\,CO\,Cl_2 + 2\,H_2O = 2\,CO_2 + 4\,HCl$$

Phosgen + Wasser = Kohlensäure + Salzsäure

Wenn die Umwandlung des Perstoffs im Organismus nach dieser Formel vorgehen sollte, dann wäre seine Giftwirkung auf die Giftwirkung des Phosgens zurückzuführen, und tatsächlich stimmen die Krankheitserscheinungen, die durch Perstoff hervorgerufen werden, weitgehend überein mit denen des Phosgens. Das Krankheitsbild ähnelt sich so, daß man aus den Vergiftungserscheinungen und dem Verlauf der Krankheit nicht schließen kann, ob der betreffende Mensch Phosgen oder Perstoff eingeatmet hat.

Auch beim Einatmen von Perstoff haben die Menschen meist nur geringe Beschwerden, allerdings brennen die Augen stärker als bei Phosgen und die Kranken haben auch ein eigenartiges, beklemmendes Gefühl auf der Brust. Wer wiederholt Perstoff eingeatmet hat, wird dieses fatale Gefühl der Beklemmung nicht vergessen.

Aber diese Anfangsbeschwerden gehen meistens in frischer Luft bald vorüber und nach einigen Stunden zeigen sich dann oft die ersten Anzeichen einer schweren Vergiftung.

3. Hilfe und Heilung bei der Perstoffvergiftung

Ein wirksamer Schutz ist die Gasmaske (Maske mit Atemfilter). Die Behandlung perstoffvergifteter Menschen ist genau so wie die phosgenvergifteter Menschen, da praktisch zwischen Phosgen und Perstoff in der Wirkungsweise auf den Menschen keine Unterschiede bestehen. Darum haben sich die Aerzte, Rettungsmannschaften und die Kranken bei einer Perstoffvergiftung genau so zu verhalten, wie bei einer Phosgenvergiftung.

Wenn die Luft geschlossener Räume durch Perstoff verunreinigt ist, dann reinigt man sie am besten nach Julius Meyer[1] durch einen Sprühregen aus einer Lösung von 240 g Schwefelleber und 140 ccm Seifenlauge in 10 l Wasser. Es genügt aber auch schon eine wässerige Sodalösung.

[1] a. a. O. S. 363.

C. Chlorpikrin

CCl_3NO_2

Deutsch: Klop. Französisch: Aquinit. Englisch: Vomiting Gas.

1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches

Chlorpikrin wurde bereits 1848 von Stenhouse entdeckt. Sein stechender Geruch und die außerordentlich stark reizende Wirkung auf Augen und Atmungsorgane waren schon lange vor dem Kriege bekannt. Im Kriege selbst waren es wohl zuerst die Russen, die im Sommer 1916 ein Gemisch von Chlorpikrin mit Sulfurylchlorid zur Geschoßfüllung benutzen[1]. Von deutscher Seite wurde 1916 Chlorpikrin in englischen Granaten festgestellt. Wir selber setzten es 1916 bei Blaseangriffen dem Chlor zu, um die feindlichen Gasmasken, die damals noch nicht sicheren Schutz gegen Chlorpikrin boten, zu durchschlagen.

In größeren Mengen haben wir es dann in Verbindung mit Perstoff (Grünkreuz I) verschossen.

Diese Verbindung (nach amerikanischen Angaben 65 % Perstoff und 35 % Chlorprikrin) wurde von deutscher Seite zuerst mit großem Erfolg 1917 gegen das italienische Heer verwandt.

Die Werke, in denen diese Grünkreuzgranaten, also Perstoff—Chlorpikrin (Klop) gefüllt wurden, hießen auf dem Gasplatz Breloh Klopperwerke.

Die Alliierten verschossen Chlorpikrin sehr häufig in Mischungen von 80 % Chlorpikrin mit 20 % Zinntetrachlorid.

Dieser Kampfstoff kann leicht aus Pikrinsäure und Chlorkalk hergestellt werden.

Chlorpikrin ist in reinem Zustande eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit, die bei — 69,2 Grad erstarrt und bei 113 Grad siedet; das spezifische Gewicht ist 1,66. Das technische Produkt, wie es meistens verwendet wird, ist mehr oder minder gelb gefärbt.

Chlorpikrin wird im Gegensatz zu Phosgen und Perstoff durch Wasser, verdünnte Alkalien und Säuren nicht zersetzt.

In organischen Lösungsmitteln, wie zum Beispiel Alkohol, ist es leicht löslich, in Wasser dagegen fast unlöslich.

Gaswolken, die Chlorpikrin enthalten, wirken auf Pflanzenwuchs ähnlich schädlich wie Phosgen, aber die Pflanzen erholen sich bald wieder.

In Friedenszeiten wird Chlorpikrin zur Schädlingsbekämpfung (Ratten, Wanzen, Flöhe, Läuse, Kornkäfer usw.) benutzt, und zwar kommt es hauptsächlich für geschlossene Räume in Frage. Mit der Blausäure kann Chlorpikrin wohl nicht konkurrieren, aber es übertrifft

[1] vgl. Hanslian, Rudolf: Der chemische Krieg, Berlin, E. S. Mittler & Sohn, 1927, S. 45.

fast alle andern in der Schädlingsbekämpfung angewandten Gase an Wirkung. Der Vorteil gegenüber der Blausäure ist, daß es durch seine stark reizende Wirkung sehr schnell vom Menschen wahrgenommen wird, so daß Unglücksfälle leicht ausgeschaltet werden können.

Auch ist es nicht brennbar und nicht explosiv und schadet Geweben und Farben nicht. Die Keimfähigkeit des Saatgutes soll allerdings leiden, während es ohne Einfluß auf die Backfähigkeit des Mehles ist. Zur Bekämpfung der Bodenschädlinge ist Chlorpikrin nicht geeignet[1].

2. Die Wirkung von Chlorpikrin auf den Menschen

Chlorpikrin wirkt in kleinen Mengen ähnlich auf den Menschen wie kleine Mengen Phosgen, aber es übt außerdem eine sehr starke Reizwirkung aus; besonders empfindlich sind die Augen.

Nach amerikanischen Messungen muß der Mensch schon nach 3 bis 30 Sekunden seine Augen schließen in einer Atmosphäre, die auf 1 000 000 Teile Luft nur 2 bis 25 Teile Chlorpikrin enthält.

Neben dieser sehr stark reizenden Wirkung besitzt Chlorpikrin auch eine große Giftigkeit. Luft, die im cbm 2 g Chlorpikrin enthält, tötet den Menschen bereits nach einer Minute.

Die spezifische Wirkung des Chlorpikrins auf den Menschen konnte im Kriege nicht recht erforscht werden, da Chlorpikrin fast immer mit andern chemischen Verbindungen benutzt wurde. So war es auch auf dem Gasplatz Breloh, wo große Mengen Chlorpikrin in Verbindung mit Perstoff lagerten.

Die Einatmung hoher Chlorpikrinkonzentrationen scheint beim Menschen auch ein Lungenödem hervorzurufen. Als Begleiterscheinungen haben wir Magenbeschwerden, Erbrechen (daher der Name „Vomiting Gas" = Brechgas) und eine früh einsetzende Benommenheit.

Durch die außerordentlich starke Reizwirkung wird der Mensch — im Gegensatz zu Phosgen — frühzeitig gewarnt.

3. Hilfe und Heilung bei der Chlorpikrinvergiftung

Arzt, Rettungsmannschaften und Kranke verhalten sich bei der Chlorpikrinvergiftung genau wie bei einer Phosgenvergiftung.

Höchste Aufmerksamkeit verdienen die Augenverletzungen, da oft langanhaltende Entzündungen, besonders auch der Hornhaut, durch Chlorpikrin entstehen. Die Augen dürfen nicht verkleben, was man am besten durch Einstreichen einer alkalischen Augensalbe (vgl. Seite 95) verhütet. Ferner ist häufiges Spülen mit 3prozentiger

[1] vgl. Flury, F., und F. Zernik: a. a. O. S. 541.

Borwasserlösung von heilsamem Einfluß; Schutz vor Lichteinfall. Ein Facharzt für Augenkrankheiten muß zugezogen werden.

Schutz:

Einen vollkommenen Schutz bietet die Gasmaske (Maske mit Atemfilter). Luft, die verseucht ist mit Chlorpikrin, kann gereinigt werden durch Verspritzen einer Lösung von 240 g Schwefelleber und 140 ccm Seifenlauge in 10 l Wasser.

6. Kapitel

Gelbkreuzkampfstoffe

(Dichloraethylsulfid [Gelbkreuz, Lost, Yperit, Senfgas], ß-Chlorvinylarsindichlorid [Lewisit]).

Frühling 1922. Ich komme an einem Märzmorgen zu den Arbeitern, die auf dem Gasplatz Breloh seit langer Zeit Gelbkreuzgranaten entlaborieren. Die Frühlingssonne scheint, sie scheint so schön und doch so erbarmungslos in die Gesichter. Ich erschrecke: Wie sehen die meisten Arbeiter aus? Was mir die ganzen Wintermonate über nicht aufgefallen war, fällt mir heute im hellen Licht der Frühlingssonne auf. Trotzdem doch der Arbeitstag erst beginnt, machen viele Arbeiter einen so müden, elenden, hinfälligen Eindruck; besonders die älteren Leute sehen so schlecht aus. Ihre Stimme ist heiser, fast tonlos; die Augen sind gerötet und schimmern etwas gelblich durch; der Blick ist müde und an den Händen sind überall kleine eiternde Schwären, die zum Teil notdürftig verbunden sind.

Ganz besonders macht mir der Arbeiter B. Sorge, ein sonst kräftiger, gesunder Mensch. Er ist auffallend abgemagert. Ich frage, was mit ihm ist. Er weiß so recht keine Antwort zu geben; in letzter Zeit „hänge ihm das Zeug so am Leibe"; trotzdem er gutes Essen hätte, magere er immer mehr ab, und die kleinen Spritzer und „Dinger" auf der Haut, die früher noch abgeheilt wären, wollten überhaupt nicht mehr heilen.

Was ist mit diesen Arbeitern? Durch die monatelange Einatmung allergeringster Spuren Gelbkreuz (Dichloraethylsulfid) ist eine langsame, fast unmerklich eintretende Schädigung im Gesamtstoffwechsel eingetreten, die sich in einem allmählichen Kräftezerfall äußert.

Ein rätselhaftes Gift! Wenn man diese Arbeiter aus den Betrieben herausnimmt und sie besonders gut ernährt, dann erholen sie sich zwar, aber sehr langsam, oft erst nach Monaten.

So zeigt sich die chronische Einwirkung geringster Gelbkreuzspuren auf den menschlichen Organismus.

Die akute, plötzliche Einwirkung ist aber noch bedeutend schlimmer. Wenn Gelbkreuz (Dichloraethylsulfid) in Substanz direkt auf die Körperoberfläche, also besonders auf die Haut, kommt und wenn flüchtiges, gasförmiges Gelbkreuz eingeatmet wird, dann ist die Wirkung noch viel augenfälliger und verheerender als bei der chronischen Einwirkung.

Werfen wir deswegen — ehe wir vom Gasplatz zurückkehren — noch einen Blick in die Revierstube, in der mehrere akut verletzte Gelbkreuzkranke liegen.

Es herrscht in dem Krankenzimmer eine gedrückte Stimmung. Die Kranken tragen große Verbände. Die Augenlider der Kranken sind zum Teil vollkommen verquollen, auch die Gesichter sind verquollen und aufgedunsen. Die Stimme ist tonlos, der Husten ist bellend und heiser. Die Kranken liegen zusammengekauert da, mißmutig und verzweifelt. Sie murmeln und stöhnen leise vor sich hin. Sie sind so gar nicht zugängig für ein freundliches Wort. Wenn man sie neu verbinden will, dann bitten und flehen sie: nur nicht an den Verbänden zu rühren; nur nicht neu verbinden! Denn sie hätten so gräßliche Schmerzen.

Es gibt Kranke, die schon monatelang hier im Revier liegen. So außerordentlich schlecht heilen die Wunden.

Das ist die akute Wirkung von Gelbkreuz (Dichloraethylsulfid) auf den menschlichen Organismus.

Während bei den Grünkreuzkampfstoffen (Phosgen, Perstoff, Chlorpikrin) sich häufig das Schicksal eines Kranken in den ersten 24 Stunden zum Guten oder Schlechten entscheidet, so daß wir schon nach wenigen Tagen verhältnismäßig gesunde Menschen vor uns haben können, ziehen sich die Folgen der Gelbkreuzschädigungen oft monatelang hin. Dieser Kräfteverfall und diese Wunden, die Wochen und Monate zum Heilen brauchen, machen den Verletzten außerdem so wenig widerstandsfähig gegen andere Krankheiten.

Bei Grünkreuz gibt es vor allen Dingen keine Hautverletzungen, sondern die Grünkreuzkampfstoffe sind reine Einatmungsgifte; während Gelbkreuz uns Menschen nicht nur durch die Einatmung mit allen ihren Folgen schädigt, sondern ganz besonders auch die Haut aufs schwerste verletzt, die bei Einwirkung von Grünkreuzkampfstoffen vollkommen intakt bleibt.

So ist Gelbkreuz (Dichloraethylsulfid) wohl das gefährlichste und auch das rätselhafteste Gift von allen chemischen Kampfstoffen.

Wir müssen uns damit eingehend beschäftigen.

A. Dichloraethylsulfid

$(Cl\,CH_2 \cdot CH_2)_2\,S$

Deutsch: Gelbkreuzkampfstoff, Lost. Englisch: Mustard Gas = Senfgas.
Französisch: Ypérite.

1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches

Dichloraethylsulfid ist ebenso wie Phosgen schon lange vor dem Kriege bekannt gewesen, wenn es auch in der chemischen Industrie keine Verwendung gefunden hat.

Vielleicht hat schon Richie 1854 diese chemische Verbindung in unreiner Form gekannt[1].

Im Jahre 1860 erhielt A. Niemann durch Einwirkung von Aethylen auf Chlorschwefel eine Flüssigkeit, die — nach seiner ausgezeichneten Charakteristik zu urteilen — unreines Dichloraethylsulfid gewesen sein wird.

Auch der englische Chemiker Guthrie scheint im Jahre 1860 schon Dichloraethylsulfid in unreiner Form gefunden zu haben.

Aber erst Victor Meyer war es, der im Jahre 1886 Dichloraethylsulfid rein dargestellt hat. Einige Jahre darauf hat dann der große deutsche Augenarzt Theodor Leber mit diesem Stoff Versuche an Augen angestellt[2]. Aber dann ist es still geworden um diesen Stoff, besonders wohl, weil das Experimentieren mit ihm als recht gefährlich erkannt war.

Erst als im Jahre 1917 in Deutschland die Frage nach einem Defensivkampfstoff akut wurde, besann sich die Wissenschaft auf diese gefährliche chemische Verbindung. Sie wurde am 12. Juli 1917 bei Ypern — daher heißt sie in der Welt auch heute noch „Yperit" — von uns Deutschen in den Gaskampf eingeführt. Dieser Kampfstoff ist für uns Deutsche während des Krieges ein außerordentlich wichtiger Helfer, besonders in der Defensive gewesen. Unsern Gegnern gelang die Herstellung in großen Mengen zunächst nicht so recht. Die Franzosen waren es dann, die vom Juli 1918 an täglich etwa 20 t fabrizierten und die diesen Kampfstoff auch in größeren Mengen gegen uns verschossen haben.

Wegen seiner geringen Flüchtigkeit wurde Dichloraethylsulfid im Felde fast ausschließlich durch Artillerie verschossen, gelegentlich aber auch durch Gas- und Minenwerfer. Die beim Explodieren der Gelbkreuzgeschosse entstehenden Kampfgaswolken wirken nicht nur auf die Atmungsorgane, sondern auch auf die Haut. Diese Wirkung ist um so unangenehmer, da die Schädigung sich häufig erst nach Stunden bemerkbar macht.

Dichloraethylsulfid kann bei trockenem Wetter tage- und wochenlang im Gelände liegenbleiben, ohne an Kraft einzubüßen, so daß selbst dann noch schwerste Verletzungen hervorgerufen werden können. Aus diesem Grunde ist dieser Kampfstoff der Typus eines Defensivkampfstoffes geworden; denn das Betreten des mit Dichloraethylsulfid verseuchten Geländes ist mit größter Gefahr verbunden.

Weil die deutschen Geschosse, die mit Dichloraethylsulfid gefüllt waren, ein gelbes Kreuz trugen (vgl. Abb. 1), wurde dieser Kampfstoff von uns als „Gelbkreuz" bezeichnet.

---

[1] Fries, Amos und West, Clarence S., Major, USA.: Chemical Warfare, McGraw Hill Book Company, New York 1921.

[2] Th. Leber: Die Entstehung der Entzündung und die Wirkung der entzündungserregenden Schädlichkeiten. Leipzig 1891, S. 338.

Es gibt verschiedene Herstellungsverfahren; meistens geht man aus vom Thiodiglykol, das mit konzentrierter Salzsäure verestert wird.

Dichloraethylsulfid ist eine wasserhelle Flüssigkeit vom Siedepunkt 216~~8—109~~ Grad, die einen eigentümlichen, unangenehmen, entfernt an Meerrettich, Senf, Zwiebeln erinnernden, aufreizenden Geruch hat. Die Flüchtigkeit des Dichloraethylsulfids bei Atmosphärendruck nimmt mit steigender Temperatur zu, so daß sie bei 14° zum Beispiel 345 mg im cbm beträgt, bei 39° bereits 2980 mg im cbm.

Mit Wasser kann man diese chemische Verbindung kaum mischen, und sie ist auch darin unlöslich, während sie in Chloroform, Benzol, Alkohol usw. leicht löslich ist. Mit Wasser setzt sie sich schon bei Zimmertemperatur langsam in Chlorwasserstoff (Salzsäure) und Thiodiglykol (ungiftig) um nach der Formel:

$$(Cl\,CH_2 \cdot CH_2)_2S \quad + \quad 2\,H_2O \quad = \quad 2\,H\,Cl \quad + \quad (HO\,CH_2 \cdot CH_2)_2S$$

Dichloraethylsulfid + Wasser = Salzsäure + Thiodiglykol (ungiftig)

Durch Oxydationsmittel, wie Chlorkalk, Kaliumpermanganat, Wasserstoffsuperoxyd, Salpetersäure, wird Dichloraethylsulfid leicht oxydiert. Durch siedendes Wasser wird es schnell zerstört.

Da die Flüchtigkeit des Stoffes so außerordentlich gering ist, verrät er sich nicht auf der Haut durch Kältegefühl oder durch andere Empfindungen. Darum empfiehlt es sich, beim Arbeiten mit diesem Stoff die Hände immer wieder mit trockenem Chlorkalk abzureiben, selbst dann, wenn man glaubt, keine Spuren an den Händen zu haben; wie überhaupt Chlorkalk immer bereit stehen muß, auch wenn man als Arzt Gelbkreuzkranke behandelt.

Wenn man aber Chlorkalk und kochendes Wasser immer zur Hand hat und wenn man außerdem die Eigenarten dieses Kampfstoffes kennt, dann läßt sich mit ihm trotz seiner Gefährlichkeit und Giftigkeit verhältnismäßig leicht arbeiten.

2. Die Wirkung von Dichloraethylsulfid auf den Menschen

Schädigungen der Haut

Wenn wir einen großen Tropfen Dichloraethylsulfid auf die Haut eines Menschen bringen, dann äußert der Patient keine Empfindungen, wie Schmerzen, Brennen, Jucken, Kältegefühl: er fühlt und spürt den Tropfen nicht.

Der Tropfen zieht nur sehr langsam in die Haut ein. Wenn er eingezogen ist, dann ist oft 2 Stunden lang weder subjektiv noch objektiv auf der Haut irgend etwas festzustellen. Es ist, als wenn nichts geschehen wäre. Die Haut sieht aus wie jede andere Haut auch; ganz im Gegensatz dazu, als wenn wir einen Tropfen heißen Wassers oder einer Säure aufgetropft hätten.

Häufig erst nach 2 Stunden beginnt eine leichte fleckförmige Rötung sich von der gesunden Umgebung abzuheben.

Nach 5—6 Stunden haben wir eine intensive Rötung, die nach 13—15 Stunden blaß wird und sich scharf von der Umgebung abhebt. Nach etwa 20—24 Stunden sprießen von der Umrandung des Tropfens, der sich nicht unerheblich ausgedehnt hat, kleine Bläschen auf (vgl. Abb. 25). Diese Bläschen fließen ineinander, so daß vereinzelt größere Blasen entstehen, die wie große Perlen wirken. Das ganze blasse Feld in der Mitte ist dann eingefaßt von Perlenschnüren (vgl. Abb. 26).

Nach 3 Tagen werden die Blasen an der Peripherie runzlig, der Inhalt, der flüssig war, wird sulzig und die Blasen schrumpfen immer mehr ein und in der Mitte des Entzündungsherdes ist die Haut nur etwas aufgelockert; eine einzige, große Blase entwickelt sich im Gegensatz zum Lewisit (vgl. Abb. 30) bei Dichloraethylsulfid nicht, wenn wir einen großen Tropfen aufgetropft haben.

Etwa vom vierten Tage an beginnt rings um den Entzündungsherd eine kupferfarbene, braune Pigmentierung sich zu entwickeln, die immer dunkler wird und sich allmählich ziemlich weit ausdehnt.

Wenn es einem glückt, die Blasen bis etwa zum achten oder neunten oder gar vierzehnten Tage zu erhalten, dann sieht man vor allen Dingen im Zentralherd der Schädigung — der schon immer während dieser Zeit grau und schwärzlich durchschimmerte — nach Entfernung der blassen Haut ein totes, brandiges (nekrotisches) Gewebe.

Der Verlauf der Hautschädigung hängt dann ab von der Menge des Giftes, die auf die Haut eingewirkt hatte, und von dem Eindringen von Bakterien, also von einer Infektion, die meistens hinzutritt. Die Bakterien verzögern den Krankheitsverlauf; aber es ist vor allen Dingen das Gift selbst, das den chronischen Verlauf des Krankheitsbildes hervorruft.

Der Blaseninhalt ist nicht giftig. Man war immer geneigt, den Inhalt als giftig anzusehen, da häufig nach der Verletzung in der Umgebung noch kleine Bläschen auftreten. Aber das liegt daran, daß die letzten Ausläufer eines Tropfens noch zu wirken beginnen, oder daß in den Härchen oder dem Zeug noch minimalste Mengen Dichloraethylsulfid vorhanden sind, die zunächst nicht stark genug sind, um eine Reizung oder eine Blasenbildung zu erzeugen, sondern die erst nach einer gewissen Latenzzeit zur Wirkung kommen.

Wenn man die Blasen sofort nach dem Entstehen — also in den ersten 24 Stunden — öffnet, dann haben wir einen roten, sogar blutigen Untergrund, der aber bald schmierig belegt und mißfarben wird.

Bei den schwereren Verletzungen sehen die Wunden nach etwa 14 Tagen wie tot aus. Es ist gar kein Leben in der Wundfläche; es sind auch gar keine Ansätze zu irgendeiner Heilung festzustellen. Die Wund-

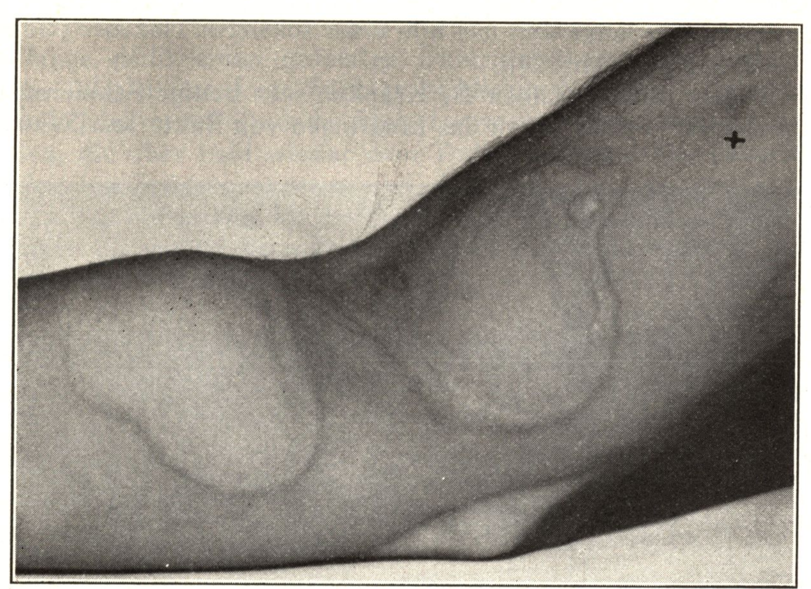


Abbildung 25: Wirkung von 2 Dichloraethylsulfidtropfen nach 24 Stunden. Man sieht sehr schön, wie die ersten Bläschen in der Peripherie aufsprießen (Perlenschnüre). Oben rechts der schwarze Fleck (+) war auch ein Dichloraethylsulfidtropfen, der nach 3 Minuten mit Chlorkalk abgerieben wurde, so daß nur eine Rötung (Erythem) entstand.
(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932)

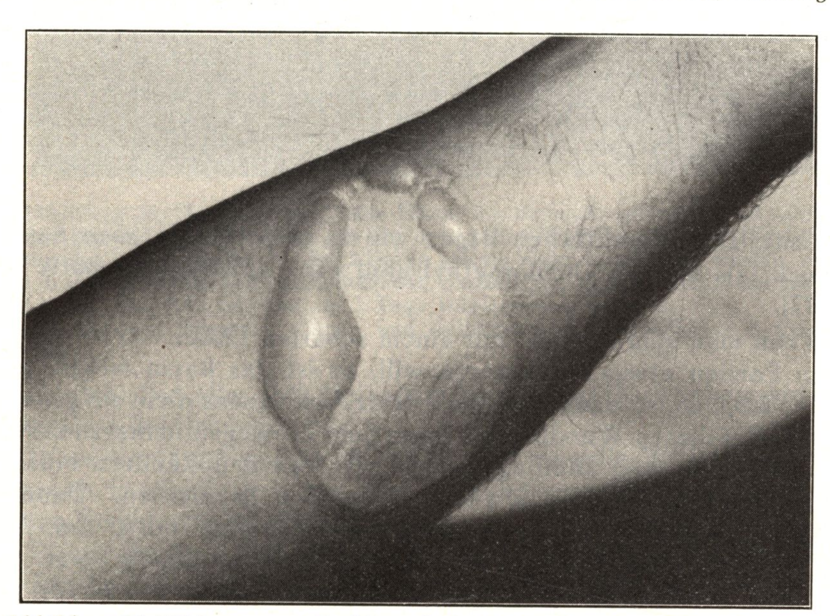


Abbildung 26: Wirkung eines Dichloraethylsulfidtropfens. Aufgenommen nach 1 Tag 2 Stunden. Der blasse (anämische) zentrale Herd wird von peripher stehenden Blasen (Perlenschnüren) eingefaßt.
(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932)

flächen bieten für lange Zeit das Bild einer schweren Nekrose (Gewebseinschmelzung [vgl. Abb. 27]).

In diesem Stadium haben die Kranken sehr heftige Schmerzen, die noch gesteigert werden durch das Eindringen von Bakterien (Sekundär-

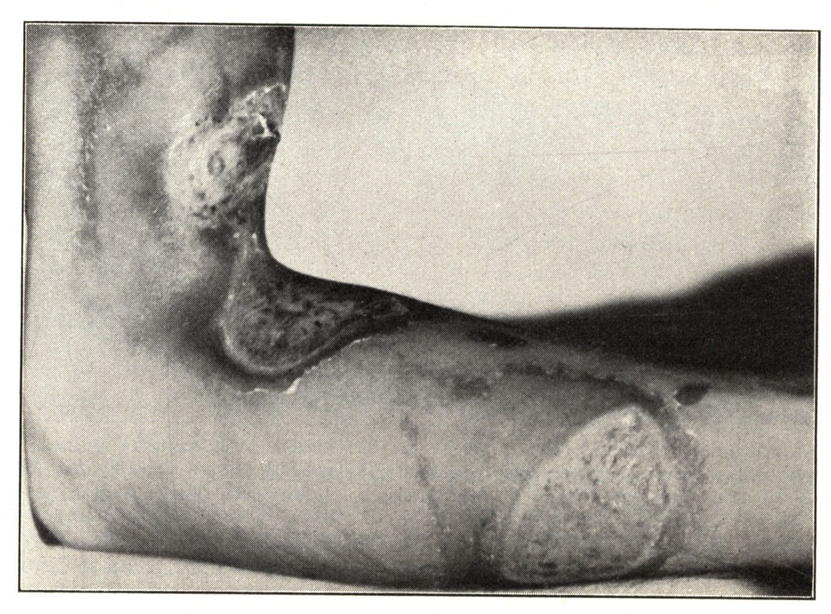


Abbildung 27: Wirkung von 3 Tropfen Dichloraethylsulfid nach 25 Tagen. Bei der Verletzung rechts unten sind die nekrotischen Partien abgestoßen [durch eine besondere Form der Therapie (Behandlung)], bei den oberen Verletzungen noch nicht.

(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932.)

infektion). Die Wundflächen liegen wie in einer Mulde, man hat den Eindruck, als ob sich Dichloraethylsulfid ganz eingefressen hätte (vgl. Abb. 27).

Wenn man zum Beispiel mit einem scharfen Löffel von den nekrotischen Partien etwas wegkratzen will, so ist das kaum möglich, und wenn es möglich ist, dann stößt man trotz Abkratzens nicht auf gesundes Gewebe. Bei diesen Wundflächen kann man deswegen immerzu kratzen, ohne daß es zu einer Blutung kommt. Nur an den Rändern blutet es und auch nur an den Rändern sind die großen Schmerzen. Denn nur die Ränder enthalten noch gesundes Gewebe, während in der Mitte alles tot ist. Das nekrotische Gewebe beginnt häufig erst nach 3 Wochen sich zu lösen und der Reinigungsprozeß dauert oft noch wochenlang. Nur allmählich wird dieses nekrotische Gewebe eingeschmolzen und dann abgestoßen, und zwar meistens von den Rändern aus.

Selbst wenn die nekrotischen Partien abgestoßen sind, haben wir noch lange nicht einen gesunden Untergrund vor uns. Ueber dem Gewebe liegt dauernd ein leichter gelblicher Schleier. Man hat den Eindruck, daß wohl gesunde Fleischwarzen (Granulationen) hervorsprießen, die aber bald wieder dem Tode verfallen. Die ganzen jetzt entstehenden Zellgenerationen sind durch das Gift so geschädigt in ihrem Lebenskern, daß sie bald nach Entstehung dem Siechtum und schließlich oft wieder dem Tode verfallen. Dieses Stadium nennt die Wissenschaft Pathobiose[1].

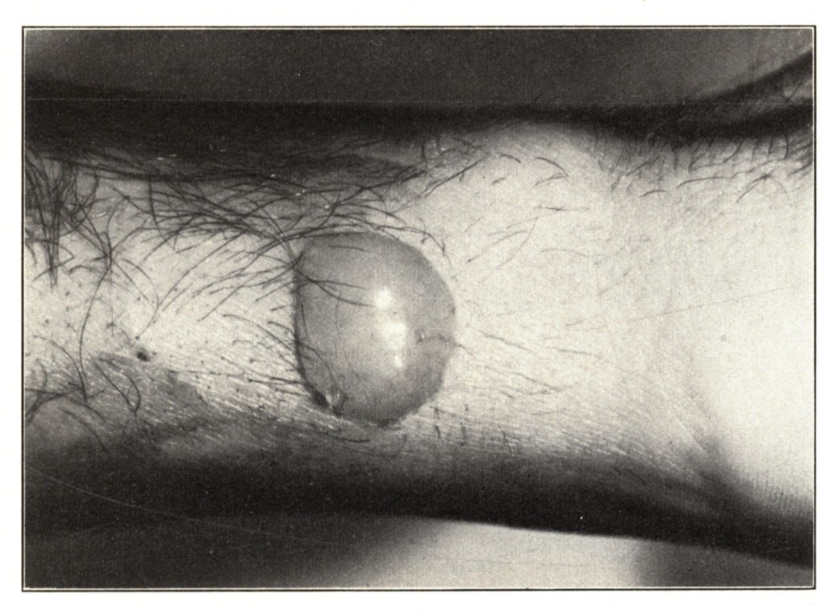


Abbildung 28: Das Bild zeigt eine Blase, die dadurch entstanden ist, daß etwas Dichloraethylsulfid durchs Zeug gewirkt hat. (Also Wirkung geringer Dichloraethylsulfidmengen.) Die Stunde der Schädigung konnte nicht festgestellt werden, da es in einem früheren Dichloraethylsulfidbetriebe passiert ist, und da der Mann nichts gemerkt hatte. Das Bild ist dann am 3. Tage aufgenommen worden.
(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz, R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932.)

Es steht fast alles still. Bei jedem Verbandwechsel haben wir immer wieder dasselbe trostlose Bild.

Diese Vorgänge sind so rätselhaft, daß man die Wirkung des Giftes in diesem Stadium gern mit der Wirkung von Röntgen- und radiumaktiven Strahlen vergleichen möchte.

Dieses Stadium hält oft 6—8 Wochen an. Eine endgültige Heilung tritt häufig erst nach 9—12 Wochen oder sogar später ein.

[1] vgl. Flury, F. und H. Wieland: Ueber Kampfgasvergiftungen. VII. Die pharmakologische Wirkung des Dichloraethylsulfids. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin Bd. XIII., Julius Springer, Berlin 1921. S. 479.

Das alles gilt natürlich nur für verhältnismäßig schwere Verletzungen. Bei leichten Verletzungen haben wir schon im Anfang ein anderes Bild, indem überall am Entzündungsherde kleine Bläschen hervorsprießen, die genau wie zum Beispiel bei Lewisit (vgl. Abb. 30) zu einer großen Blase zusammenfließen (vgl. Abb. 28).

Bei diesen leichten Verletzungen geht natürlich der Heilverlauf, weil die Menge des Giftes sehr viel geringer ist, viel schneller vor sich als bei den schweren Verletzungen. Es kommt häufig auch gar nicht zu schweren Gewebseinschmelzungen (Nekrosen), sondern es überwiegt doch meistens noch das gesunde Gewebe. Geringste Mengen Dichlor-

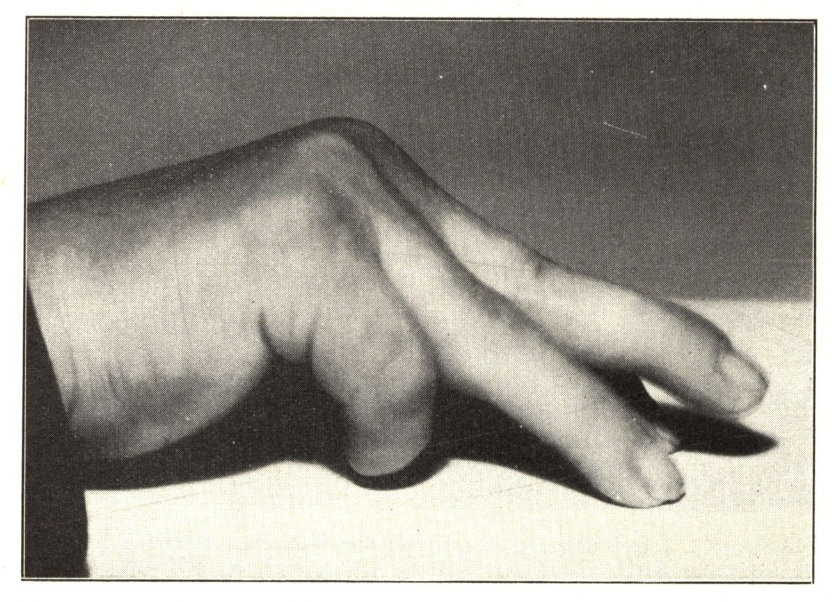


Abbildung 29: Dauerschädigung einer Dichloraethylsulfidverletzung. Versteifung des Gelenkes des rechten Mittelfingers, Aufnahme 10 Jahre nach der Verletzung.
(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932.)

aethylsulfid bringen häufig nur eine diffuse Rötung mit kleinster Bläschenbildung, die nach Tagen und Wochen allmählich abschilfern.

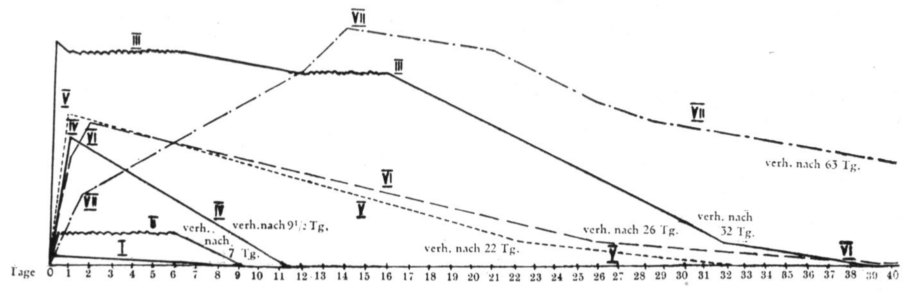
Sogar Dichloraethylsulfiddämpfe, die erst noch durch Zeug dringen müssen, können Blasenbildung hervorrufen und die Haut außerdem ganz bunt und scheckig machen. Diese Haut schilfert auch wiederholt ab. Besonders empfindlich für Dämpfe sind die feuchte Haut der Achselgegend, der Geschlechtsteile und überhaupt die Haut, die leicht zur Transpiration neigt. Die Beschwerden äußern sich vor allen Dingen in heftigem Jucken.

Es gibt wohl wenig Gifte, die in ihrer Wirkung auf die Haut so ganz allmählich einsetzen, dann immer schlimmer werden und deren Schädigungen Wochen und Monate zur Heilung brauchen.

Wie ganz anders dieses Gift gegenüber anderen bekannten Säuren und auch Kampfstoffen wirkt, kann uns eine graphische Darstellung (s. unten) zeigen, auf der wir die Schädigung durch Dichloraethylsulfid vergleichen mit Schädigungen durch 25 % Salzsäure, 30 % Essigsäure, rauchende Salpetersäure, Löschkalk und außerdem mit den Kampfstoffen Lewisit und Aethylarsindichlorid (Dick). Der größte Unterschied ist wohl zwischen Dichloraethylsulfid (Gelbkreuz) und Salpetersäure. Bei der Salpetersäure haben wir, wenn wir einen Tropfen auf die Haut bringen, eine ganz stürmische Anfangsreaktion, die sofort nach dem Auftropfen zum Höhepunkt der Schädigung eilt, während der Höhepunkt der Schädigung bei Dichloraethylsulfid häufig erst am zwölften bis vierzehnten Tage erreicht wird.

Einige Säuren, wie Salzsäure und Essigsäure, wirken nur ganz oberflächlich. Löschkalk wirkt zunächst ziemlich heftig, neigt aber bald zur Heilung. Auch Lewisit verläuft zunächst viel stürmischer als Dichloraethylsulfid, aber die Schädigungen sind längst nicht so schlimm, wie wir hier schon vorausnehmen möchten.

I. Salzsäure 25%
II Essigsäure 30%
III. Salpetersäure
IV. Löschkalk
V. Aethylarsindichlorid (Dick)
VI ß = Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit)
VII. Dichloraethylsulfid (Gelbkreuz)
verh. = verheilt
Dichloraethylsulfid war erst am 63. Tage verheilt, brauchte also bei weitem die längste Zeit zur Heilung.



Vergleichende graphische Darstellung des Verlaufs von Hautschädigungen durch die drei chemischen Kampfstoffe Dichloraethylsulfid, ß = Chlorvinylarsindichlorid und Aethylarsindichlorid und durch bekannte Säuren.

[Die gleiche Menge Gift (1 großer Tropfen aus einer gewöhnlichen Augenpipette) wurde zu gleicher Zeit an gleicher Stelle (rechter resp. linker Arm) dem gleichen Menschen aufgetropft.]

(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932.)

Aethylarsindichlorid = Dick (vgl. S. 142 ff.) wirkt ähnlich wie ß-Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit [vgl. graphische Darstellung S. 111]).

Ein Gift wie Dichloraethylsulfid, das so schwere Zerstörungen auf der Haut hervorruft, hinterläßt natürlich auch häufig ernste Dauerschädigungen, wie zum Beispiel Abb. 29 zeigt.

Schädigungen der übrigen Organe

Wenn schon Dichloraethylsulfid die immerhin doch noch widerstandsfähige Haut zerstört, dann wird das empfindliche Auge ohne weiteres seiner Einwirkung erliegen. Ein Tropfen Dichloraethylsulfid vernichtet das menschliche Auge: es erblindet.

Die Augen sind schon äußerst empfindlich gegen geringste Dichloraethylsulfid dämpfe, die leicht zu Bindehautentzündung, Lidschwellung, Lidkrampf, Lichtscheu und zu Hornhauttrübungen führen. Die Augen schwellen oft so an, daß man die Augenlider gar nicht öffnen kann.

In leichten Fällen gehen die Bindehautentzündungen und die Lidschwellungen nach einigen Tagen so weit zurück, daß der Kranke wenigstens wieder etwas sehen kann. Bei Hornhautschädigungen müssen wir immer mit Narbenbildungen rechnen; und noch wochenlang bleibt meistens ein Druck- und Schmerzgefühl in der Stirngegend zurück.

Bei der Einatmung geringer Dichloraethylsulfidspuren kommt es zu einer Rötung des Rachens und des Kehlkopfes; die Kranken haben einen trockenen, etwas bellenden Husten und sie bekommen eine belegte, heisere Stimme. Zunächst ist die Stimme mehr krächzend, dann wird sie heiser und schließlich vollkommen tonlos.

Diese tonlose Sprache in Verbindung mit katarrhalischen Erscheinungen auf den Lungen ist ein charakteristisches Symptom einer Gelbkreuzvergiftung durch Dämpfe.

Subjektiv charakteristisch ist bei der Einatmung das beklemmende Gefühl auf der Brust, das bei den leichten Fällen zwar nicht zu einer Atemnot führt, aber — das weiß ich von mir selbst – man hat das Gefühl, als wenn die Lungen irgendwie eingeengt und eingezwängt würden; nicht so sehr bei jedem Atemzug, sondern das Gefühl kommt oft ganz unvermutet und plötzlich. Es tritt dann häufig noch ein, wenn man glaubt, daß alles vorüber sei.

Bei den schweren Fällen schreitet alles schnell zum Höhepunkt. Wir haben dann genau dieselbe Atemnot wie bei einer Phosgenvergiftung, nur sind solche Fälle, besonders wenn sie noch durch große Hautschädigungen kompliziert werden, sehr trostlos zu beurteilen.

Die Schleimhaut der Atemwege ist in solchen Fällen zum Teil verätzt; es bilden sich Pseudomembranen. Auf den Lungen kommt es zeitweise auch zu einem Lungenödem (Ansammlung von Flüssigkeit).

Sekundärinfektionen treten fast regelmäßig auf. Reine Lungenschädigungen sind aber nicht sehr häufig. Denn meistens ist es so, daß ein Mensch, der konzentrierte Schwaden eingeatmet hat, zugleich schwere Schädigungen der Körperhaut davonträgt.

Nach Einatmung von Dichloraethylsulfid klagen viele Menschen über Uebelkeit, über einen eigentümlichen Druck und über ein Schmerzgefühl in der M a g e n g e g e n d , allerdings nicht sofort nach der Einatmung, sondern meistens erst nach einigen Stunden. Es werden häufig keine Speisen erbrochen, sondern es handelt sich mehr um einen Brechreiz, der sich in einem starken Drücken und Würgen äußert.

Da das Dichloraethylsulfid ein Gift ist, das beim Zusammentreffen mit dem Körpergewebe — im Gegensatz zum Phosgen — scheinbar nicht sofort restlos zerstört wird, so müssen wir mit resorptiven Wirkungen rechnen. Diese resorptiven Wirkungen zeigen sich besonders durch Störungen im Gesamtstoffwechsel, besonders im vermehrten Abbau der Körpersubstanz. Es handelt sich dabei um eine langsame, fast unmerklich eintretende Schädigung im Gesamtstoffwechsel von sehr langer Beständigkeit.

Schon wegen dieses körperlichen Verfalls soll man in Dichloraethylsulfidbetrieben grundsätzlich keine älteren Menschen beschäftigen, also Menschen über 50 Jahre, mit denen ich die schlechtesten Erfahrungen gemacht habe. Der Körperverfall tritt häufig schon nach 2 Monaten ein. Die alten Arbeiter erholen sich nur langsam, während im mittleren Lebensalter alles viel besser überstanden wird.

Die chronisch Geschädigten siechen allmählich hin. Sie sind blaß, haben zuweilen ein etwas aufgedunsenes Gesicht, zuweilen sind die Augenlider geschwollen, aber an den Nieren ist meistens nichts festzustellen.

Beim Kreislauf haben wir sekundär besonders dann ernstliche Schädigungen, wenn es sich um Einatmung größerer Dichloraethylsulfidmengen handelt, die zu Oedembildung auf den Lungen führen. In diesen Fällen sind Herz und Kreislauf infolge dieser Oedembildung in den Lungen genau so belastet wie bei einer Phosgenvergiftung.

3. Hilfe und Heilung bei Dichloraethylsulfidschädigungen

Wie helfe ich mir selbst?

Immer bedenken, daß uns Dichloraethylsulfid und — um es vorwegzunehmen — auch Lewisit, s o w o h l i n f l ü s s i g e m w i e a u c h i n g a s f ö r m i g e m Z u s t a n d e , aufs schwerste schädigen können. In flüssigem Zustande zum Beispiel, wenn diese Kampfstoffe aus einem Gefäß herausfließen oder wenn wir mit ihnen experimentieren oder wenn sie im Kriege versprüht werden. In gasförmigem Zustande zum Beispiel, wenn sie durch Granaten verschossen werden. Aber auch

dann bleibt meistens ein Rest in flüssiger Form im Gelände liegen, ein großer Teil wird allerdings durch das Platzen der Geschosse gasförmig.

Gegen die Einatmung des gasförmigen Dichloraethylsulfids bietet die Gasmaske (Maske mit Atemfilter) einen vollkommenen und sicheren Schutz. Sehr schwierig ist es, die Haut zu schützen gegen die Dichloraethylsulfidschwaden und gegen das flüssige Dichloraethylsulfid. Denn schon nach wenigen Minuten dringt Dichloraethylsulfid durch unser Zeug und nach etwa 30 Minuten durch dicke Rindlederschuhe, wie wir noch sehen werden. Darum soll man versuchen, so schnell wie möglich aus einem gelbkreuzverseuchten Gelände herauszukommen; dann soll man sofort die Schuhe ausziehen und nach Möglichkeit auch das Zeug wechseln und sich abreiben mit trockenem Chlorkalk und in heißem Seifenwasser baden. Zeug und Schuhe dürfen nicht im Hause aufbewahrt werden (Gefahr der Verdunstung!), sondern draußen im Freien.

Um den Körper gegen das flüssige Dichloraethylsulfid zu schützen, sind Spezialkleidungen herausgebracht worden (vgl. Abbildungen 20 und 21), deren Schutz aber nur von beschränkter Dauer ist. Darum auch diese Spezialkleidungen, sobald man aus der Gefahrenzone heraus ist, sofort ausziehen und sie eventuell wegwerfen. Nach dem Ausziehen Hände usw. mit trockenem Chlorkalk abreiben und — wenn Gelegenheit — ein heißes Bad nehmen.

Wenn flüssiges Dichloraethylsulfid auf die Haut gekommen ist, die Haut sofort mit trockenem Chlorkalk abreiben, wodurch wir häufig innerhalb der ersten 10 Minuten nach der Einwirkung noch die Möglichkeit haben, den Kampfstoff zu vernichten. Ueberhaupt sollen wir uns mit Chlorkalk abreiben, solange noch nicht Blasen auf der Haut entstanden sind. Wenn aber erst Blasen entstanden sind, dann ist zu warnen vor der Anwendung von Chlorkalk, da die Blasen reißen und Chlorkalk mit den Wundflächen nur neue Verätzungen geben würde. Außerdem: Nie Chlorkalk ins Auge.

Werden in Kriegszeiten Dichloraethylsulfid wie auch Lewisit über Städte versprüht und verschossen, dann schnellstens die Häuser aufsuchen (Fenster, Türen mit feuchten Tüchern usw. abdichten!) und so lange in den Häusern bleiben, bis der organisierte Sicherheitsdienst die Straßen freigibt. Denn die Straßen müssen erst durch Feuerwehr und Straßenreinigungs-Gesellschaften usw. mit sehr viel Wasser und eventuell Chlorkalk gesäubert werden, ehe sie wieder betreten werden können.

Nahrungsmittel, die mit Dichloraethylsulfid und auch Lewisit in Berührung gekommen sind, sind giftig und ungenießbar.

So charakteristisch der Geruch des Lewisits ist (sehr starker Geraniumgeruch, selbst geringste Spuren sind noch zu riechen), so wenig charakteristisch ist der Geruch des Dichloraethylsulfids (geringe

Spuren riecht man meistens überhaupt nicht). Darum nicht denken, weil man nichts riecht, es wäre kein Dichloraethylsulfid mehr vorhanden. Immer damit rechnen, daß die Außenseite der Häuser, daß die Türklinken, die Treppen, Fenster usw. noch Spuren von Dichloraethylsulfid tragen, durch die noch schwerste Verbrennungen hervorgerufen werden können.

Sogenannte Schutzsalben (vgl. S. 132) geben nur einen sehr bedingten Schutz, sind also wenig zuverlässig.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Alle Rettungsmannschaften müssen mit Spezialkleidung, Gasmasken und trockenem Chlorkalk (am besten in Streubüchsen) ausgerüstet sein.

Fließt ein Kesselwagen oder Tank aus, dann versuchen, ihn möglichst schnell wieder abzudichten und die Umgebung reichlich mit Chlorkalk zudecken. Hierbei immer Gasmasken tragen; Schuhe und Zeug, auch Spezialkleidung sofort nach den Vernichtungsarbeiten ausziehen und dann ein Bad nehmen in heißem Seifenwasser. Alle Kleider in heißem Seifenwasser auswaschen; sie nicht anfassen, sondern sie mit Stangen in den Waschbottichen umrühren. Schuhe außen und innen wiederholt mit trockenem Chlorkalk und mit heißem Wasser behandeln (hinterher wieder einfetten), mindestens 8 Tage stehen lassen; nach Möglichkeit sie überhaupt nicht wieder anziehen.

Dichloraethylsulfidverletzte schnell aus der Gefahrenzone herausbringen! Kleidungsstücke so weit wie möglich ausziehen (Vorsicht wegen Gefahr eigener Verbrennung!); die Kranken in reine Decken hüllen (vgl. Abb. 35) und sie schleunigst einem Krankenhause zuführen. Alle Kleidungsstücke und Schuhe, die mit Dichloraethylsulfid bespritzt sein können, zunächst beiseite legen oder sie in einem besonderen Wagen transportieren, sie aber auf keinen Fall den Kranken mit ins Krankenauto legen.

Wenn die Haut des Kranken noch nicht irgendwelche Rötung zeigt, dann die Haut tüchtig abreiben mit trockenem Chlorkalk und hinterher einfetten mit Vaseline, Schmalz usw.

Alle Nahrungsmittel, die mit Dichloraethylsulfid in Berührung gekommen sind, vernichten, ebenso offenes Wasser nicht benutzen!

Wichtig für Sanitätspersonal

Bei Blasenbildung lockere Verbände mit Vaseline oder Yperitsalbe I („Desitin"-Werk Carl Klinke, Hamburg).

Die Kranken, wenn sie Dichloraethylsulfid eingeatmet haben, grundsätzlich nicht gehen lassen. Keine künstliche Atmung. Eventuell Sauerstoff zuführen (kein Pulmotor!). Bei schlechtem Puls Herzmittel (1 ccm Cardiazol, Digipurat usw.) einspritzen.

Bei entzündeten Augen Spülungen mit 0,25proz. Sodalösungen oder auch Waschungen mit leichten Salzwasserlösungen und dann Einstreichen einer alkalischen Augensalbe (vgl. S. 95). Die Kranken möglichst schnell in die Krankenhäuser bringen.

In Kriegszeiten wichtig für Polizei

Streng darauf achten, daß bei Ueberfällen mit Dichloraethylsulfid die Bevölkerung die Häuser nicht eher verläßt, als bis Feuerwehr und Straßenreinigungsgesellschaften die Straßen gereinigt haben. Wenn Städte nur mit flüssigem Kampfstoff berieselt, also wenn keine Granaten verschossen werden, kann die Bevölkerung in die oberen Stockwerke gehen. Alle Türen und Fenster müssen verschlossen und nach Möglichkeit mit feuchten Tüchern usw. abgedichtet werden.

Wichtig für Feuerwehren, Straßenreinigungsgesellschaften usw.

Nach Ueberfällen mit Dichloraethylsulfid die Häuserblocks und Straßen stark unter Wasser setzen. Häuserfronten abspritzen mit Wasser, wodurch man hoffen kann, daß Dichloraethylsulfid nach einigen Stunden sich zersetzt. Lewisit wird sogar ziemlich rasch durch Wasser zerstört.

Bei allen Arbeiten unbedingt Spezialkleidungen und Gasmasken tragen. Nach Beendigung der Rettungsarbeiten Spezialkleidung usw. ausziehen, sie im Freien lagern und selbst ein Bad nehmen in heißem Seifenwasser. Bei allen Arbeiten immer wieder Hände usw. mit trockenem Chlorkalk abreiben, hinterher mit Schmalz, Vaseline usw. einfetten.

Wichtig für Dichloraethylsulfidbetriebe

Jeder Dichloraethylsulfidbetrieb muß eine Badeanstalt haben. Nach der Arbeit müssen die Arbeiter ihr Arbeitszeug ausziehen, dann ein heißes Bad nehmen und dann ihre Straßenanzüge anziehen, weil immer die Gefahr der Verschleppung von Dichloraethylsulfidspuren in die Familien besteht. In Dichloraethylsulfidbetrieben müssen Arbeitszeug und Straßenanzüge in getrennten Räumen aufbewahrt werden. Bevor die Arbeiter die Toiletten aufsuchen, streng darauf halten, daß sie ihre Hände mit trockenem Chlorkalk abreiben; denn Spuren von Dichloraethylsulfid, die an den schwieligen Händen keine Verletzungen hervorrufen, können an den Geschlechtsteilen die schwersten Schädigungen setzen. Geschultes Aufsichtspersonal muß mit Strenge auf die Durchführung aller sanitären Vorschriften achten.

Wie hilft der Arzt?

a) bei Hautschädigungen

Alles fernhalten, was schädigend wirken könnte, zum Beispiel drückende Verbände (mechanische Insulte), reizende Salben (chemische

Insulte), allzu starke Wärmezufuhr (thermische Insulte); denn alle diese Traumen führen zu einer Kombinationsschädigung.

Durch allzu große Aktivität schaden wir dem Kranken oft mehr, als wenn wir in Geduld abwarten und uns mehr auf indifferente Maßnahmen beschränken.

Große Aktivität sollen wir entfalten bis zur Blasenbildung. Im Chlorkalk haben wir das beste kausale therapeutische Mittel, das man sich wünschen kann. Keine Verbände mit Chlorkalkbrei und Chlorkalkpasten machen wegen sehr starker Reizwirkung auf die Haut! Sind große Mengen Dichloraethylsulfid auf der Haut, dann sie zunächst abtupfen mit Mull, Watte; diese Tupfer in heißes Wasser werfen und dann erst die geschädigten Hautpartien mit Chlorkalk abreiben. Chlorkalk gibt mit großen Dichloraethylsulfidmengen heftige Reaktionen, daher Vorsicht! Schlimm ist, daß der Arzt den Kranken meistens nicht in den ersten Minuten nach dem Unfall sieht, daher muß er das Sanitätspersonal usw., das die erste Hilfe bringt, aufs sorgfältigste in der Anwendung von Chlorkalk unterweisen.

Chlorkalk muß der Arzt immer zur Hand haben bei der Behandlung Dichloraethylsulfidgeschädigter, und er muß sich selbst auch immer wieder damit abreiben, da er nie wissen kann, ob er nicht vom Zeug des Kranken irgendwelche Spuren Dichloraethylsulfid auf die Haut bekommt.

Die Behandlung der Dichloraethylsulfidschädigungen ist langwierig. Aerztliche Kunst und ärztliches Einfühlungsvermögen spielen für den beschleunigten Ablauf der durch Dichloraethylsulfid gesetzten Schädigungen eine ausschlaggebende Rolle. Die besten Resultate gibt im allgemeinen folgende Behandlungsmethode:

In den ersten 10 Minuten unbedingt versuchen, Dichloraethylsulfid auf der Haut mit trockenem Chlorkalk zu vernichten; denn dann kommt es nur zu einer Erythem- oder höchstens zu einer leichten Bläschenbildung (vgl. Abb. 25). Dann ½ Stunde baden in heißem Seifenwasser oder in Dakinscher Lösung (Herstellung: 20 g Chlorkalk und 14 g Natr. carbon. [Soda] in 1 l Wasser auflösen, ½ Stunde stehen lassen und des öfteren umschütteln, filtrieren, dann mit 4 g Borsäure neutralisieren) oder in Carrellösung (Herstellung: 12,5 g Chlorkalk mit wenig Wasser zu einem Brei anrühren und allmählich mit 1 l Wasser verdünnen, nach häufigem Umschütteln 12,5 g Borsäure zusetzen, wiederholt kräftig schütteln und dann filtrieren; die klare Lösung ist gebrauchsfertig). Wegen der begrenzten Haltbarkeit dieser Lösungen müssen sie nach Möglichkeit immer wieder frisch hergestellt werden.

Nach dem Baden: Packungen oder leichte Umschläge mit den oben genannten Lösungen. Bei ausgedehnten Hautschädigungen müssen vor Entwicklung der Blasen Sitz- oder sogar Vollbäder in diesen Lösungen gemacht werden.

Kann man sich keine Dakinsche- oder Carrellösung herstellen, dann kommt man mit trockenem Chlorkalk und Seifenwasser in den ersten Stunden bis zur Blasenbildung auch aus.

Die ganz kleinen Blasen (Wirkung geringster Dichloraethylsulfidspuren) läßt man am besten auf sich beruhen. Die Blasen, die aus vielen kleinen Blasen zu einer größeren Blase zusammengeflossen sind (vgl. Abb. 28: Wirkung geringer Dichloraethylsulfidmengen) sticht man steril an, läßt den Inhalt abfließen und sucht die Blasenhaut als Schutzdecke möglichst lange zu erhalten.

Bei den schweren Schädigungen dagegen, bei denen wir nur in der Peripherie Blasen haben, im Zentrum dagegen wegen der für das Gewebe tödlichen Wirkung des Giftes nur eine Auflockerung der Epidermis (vgl. Abb. 25 und 26), sollen wir so lange mit der Entfernung der Epidermis und der Blasenhaut warten, bis durch die Epidermis dunkle Stellen durchscheinen, also meistens etwa 48 Stunden. Dann entfernt man sowohl die peripher stehenden Blasen wie auch die Epidermis, um gegen die Nekrosen vorgehen zu können.

Was soll man dann tun?

Vom ersten Tage nach Entstehung der Blasenhaut soll man mit Vaseline oder noch besser mit Yperitsalbe I („Desitin"-Werk Carl Klinke, Hamburg) verbinden. Puder sind nutzlos; denn der Patient hat schon in den ersten Tagen eine große Spannung im geschädigten Gebiet und ein heftiges Brennen und Jucken, Beschwerden, die nur durch Salben zu lindern sind, denen ein Oberflächenanaestheticum zugesetzt ist, zum Beispiel Pantocain 0,3 bis 0,5 oder Percain 1,0. Solange die Blasen nicht abgetragen sind, genügt ein 12- bis 24stündiger Verbandwechsel mit indifferenten Salben. Aber nach Abtragung der Blasenhaut sollen wir mindestens 3- bis 4mal innerhalb von 24 Stunden verbinden wegen des sehr starken Nässens der Wundflächen.

Nach Abnahme des Verbandes überrieseln wir die Wunden mit Wasserstoffsuperoxyd; dann läßt man ½ Stunde in heißem Seifenwasser baden (vorausgesetzt, daß es vertragen wird), und dann ist es oft von heilsamem Einfluß, wenn man die Wunden trockener Wärme aussetzt (zum Beispiel der heißen Luft eines Fönapparates, der Sonne, dem warmen Ofen usw.). Nach Trocknung der Wunden verbinden wir sie mit amerikanischer Vaseline oder je nach dem Stadium mit Yperitsalbe I und II. Yperit I bewährt sich ganz besonders gegen das Brennen und Jucken, das oft unerträglich ist.

Bei ausgedehnten Wundflächen am Körper ist besonders in den ersten Tagen, wo das Gewebe noch nicht nekrotisch ist, eine gewisse Vorsicht geboten mit Salben, die größere Mengen der nicht ganz ungiftigen Oberflächenanaesthetica enthalten. In solchen Fällen empfiehlt es sich, die Wundflächen nach Abnahme der Verbände nur mit einer 0,5- bis 1prozentigen Pantocain- oder ¼- bis ½prozentigen Percainlösung

kurze Zeit zu überrieseln, sie dann mit Wasserstoffsuperoxyd zu übergießen und mit amerikanischer Vaseline zu verbinden. Bei dieser Methode dringt wenig von den Oberflächenanaestheticis ins Gewebe und zugleich können wir die Wunden mit Wasserstoffsuperoxyd reinigen, was sonst wegen der Schmerzen für die Kranken ganz unerträglich ist.

Bei schweren Verletzungen stehen wir etwa vom 10. bis 14. Tage den großen nekrotischen Massen für lange Wochen oft recht machtlos gegenüber. Wichtig bleibt häufiger Verbandwechsel, wenn möglich: baden in heißem Seifenwasser, überrieseln mit Wasserstoffsuperoxyd, dann Salbenverbände, zum Beispiel mit

Anaesthesin	15,0
Zinc. perhydr.	60,0
Ungt. Desitin ad	300,0

Durch das Abspalten von aktivem Sauerstoff wird eine reinigende, antibactericide Wirkung dauernd ausgeübt. Noch besser und einfacher ist in diesem Stadium häufiges Verbinden mit Yperitsalbe II[1].

Läßt sich nur ein 24stündiger Verbandwechsel durchführen, dann nur mit amerikanischer Vaseline oder mit Yperitsalbe I verbinden, weil diese Salben sich außerordentlich lange geschmeidig halten.

Sind Beine oder Arme in weiter Ausdehnung verletzt, dann Ruhigstellung dieser Glieder.

Reizkörpertherapie (intravenöse Novoprotininjektionen, Diphtherieserum, Tetanusserum) zur Beseitigung der zäh anhaftenden nekrotischen Massen wirkt nicht so gut wie Baden in heißem Seifenwasser; dagegen ist die Reizkörpertherapie zur Abstoßung der Pseudomembranen in den oberen Luftwegen sehr zu empfehlen (vgl. S. 121).

In dem langwierigen Stadium der Pathobiose ist es wichtig, die Ruhe nicht zu verlieren und sich nicht zu einer unangebrachten Polypragmasie verleiten zu lassen.

Das Stadium des Siechtums der Zellen (Pathobiose) muß der Körper wesentlich von sich aus überwinden und deswegen ist es so außerordentlich wichtig, die Kranken gut zu ernähren, besonders ihnen auch sehr viel frisches Gemüse zu geben. Denn bei herabgekommenen und schlecht ernährten Menschen heilen Dichloraethylsulfidwunden ganz besonders schlecht.

---

[1] Durch Herstellung der Yperitsalbe I und II („Desitin"-Werk Carl Klinke, Hamburg) ist die komplizierte Behandlung der Yperitwunden in ihren verschiedenen Stadien sehr vereinfacht worden. Yperit I (Grundlage: amerikanische Vaseline und ein schnell wirkendes Oberflächenanaestheticum) wird besonders in den ersten Tagen nach der Verletzung bei den starken Spannungen und später bei den oft unerträglichen Schmerzen gegeben. Yperit II ist die eigentliche Heilsalbe und wird besonders im Stadium der Nekrose und der Pathobiose gegeben. Sie ist aufgebaut auf der Basis der Desitinsalbe durch Weiterentwicklung des Dakinschen Prinzips (Verstärkung der Chlorkomponente) und Hinzusetzung von Zinkperhydrol, Tannin und einem schwachen Oberflächenanaestheticum. Den Packungen liegt eine ausführliche Anweisung zur Behandlung aller Kampfgasschädigungen der Haut, also auch der Schädigungen durch Lewisit, Aethylarsindichlorid usw. bei.

Wenn erst die letzten nekrotischen Pfröpfe abgestoßen sind, dann geht alles schnell voran; denn dann sind die Wunden fast so wie gewöhnliche Wunden zu behandeln, und wenn wir dann abwechselnd Yperitsalbe II, Pellidol, Granugenol und gelegentlich Höllensteinsalbe gebrauchen, haben wir bald gewonnenes Spiel.

Mit dem Baden müssen wir in dem späteren Stadium der Pathobiose vorsichtig sein, da wir sehr leicht die jungen, sprießenden Granulationen vernichten können.

Wenn Dichloraethylsulfidschädigungen gar keine Tendenz zur Heilung zeigen, muß man daran denken, daß eine sekundäre frische Lues vorliegt, und wenn man dann bei positiver Wassermann-Reaktion spezifisch behandelt, heilen die Wunden auffallend schnell.

Alle Verbände müssen lose, locker, leicht, luftig sein. Sobald das Nässen aufgehört hat, brauchen die Wunden nur ein- bis zweimal täglich verbunden zu werden.

Die Therapie der Hautschädigungen mußte ausführlich dargestellt werden, weil sie ganz im Vordergrund der Dichloraethylsulfidverletzungen steht. Die Verletzungen der übrigen Organe spielen nicht diese große Rolle, weil sie seltener sind.

b) Schädigungen der übrigen Organe

Ganz besonders gefährdet sind die Augen.

Bei Augenverletzungen: Den Kranken ruhig lagern, Zimmer abdunkeln, immer dafür sorgen, daß das Sekret, das sich oft reichlich bildet, gut abfließen kann. Versuchen, alle 2—3 Stunden die Augenlider zu öffnen. Bei Lidkrampf:

Rp. Pantocain 0,05—0,1
Sol. Supraren. 0,5—1,0—2,0
(1 : 1000)
Aq. dest. ad 10,0
D. S. Einträufeln

Dann das Sekret ablassen und die Augen ausspülen mit einer 3prozentigen Borwasserlösung oder einer 1—2prozentigen Natr. bicarbon.-Lösung. Hinterher streicht man eine alkalische Augensalbe (vgl. S. 95) in den Bindehautsack ein.

Wenn das innere Auge beteiligt ist (Iritis usw.) dann

Rp. Pantocain 0,05—0,1
Atrop. sulfur. 0,05
Aq. dest. ad 10,0
D. S. Einträufeln

Bei Hornhautentzündungen:

Rp. Pantocain 0,1
Atropin. sulfur. 0,05
Jodoform. 0,25
Vasel. am. alb. ad 10,0
M. f. ungt. D. S. Zum Einstreichen

Bei sehr heftigen Schmerzen:

Rp.	Pantocain	0,1
	Acid. borici	0,3
	Aq. dest.	10,0

D. S. Zur Anaesthesierung des Auges

Wenn der Höhepunkt der Entzündung überschritten ist, eine 1prozentige Zinksulfatlösung; und gegen Schluß der Behandlung gelbe Augensalbe wiederholt einstreichen.

Bei der Erkrankung der Schleimhäute der oberen Luftwege gibt die Inhalation alkalischer Wässer oder auch Menthol-Thuriopinöl eine gewisse Linderung. Gegen den quälenden, bellenden Husten helfen Codein, Eukodal usw., gegen Kreislaufschwäche Strophanthin, Digalen.

Sehr gefährlich für den Kranken ist eine regelrechte Vergiftung durch Einatmung von Yperit. Am besten stützt man in derartigen Fällen sogleich das Herz mit Strophanthin (½ ccm intravenös), Cardiazol und dann empfehlen wir einen Aderlaß. Allerdings nicht einen sehr großen Aderlaß, höchstens etwa 300 ccm. Aber so sehr bei der Phosgenvergiftung der Aderlaß ein souveränes therapeutisches Mittel ist, so mäßig sind die Erfolge bei der Dichloraethylsulfidvergiftung. Wenn wirklich eine schwere Vergiftung der Lungen vorliegt, sind wir meistens machtlos.

Bei sehr starker Pseudomembranbildung empfiehlt sich Einspritzung von artfremdem Eiweiß: zweimal innerhalb von 24 Stunden zum Beispiel Tetanusserum, Diphtherieserum, Novoprotin usw. Die Erfolge sind oft recht erfreulich, denn häufig schon nach 24—48 Stunden stoßen sich Membranen ab.

In der Rekonvaleszenz: Ruhe, kräftige vitaminreiche Ernährung.

Grundsätzlich sollten Arbeiter an gefährdeten Stellen (wiederholtes Einatmen von geringsten Dichloraethylsulfidmengen) nicht länger als ein halbes Jahr arbeiten, wegen des drohenden toxischen Stoffwechselzerfalles. Um immer ein Bild über den Gesundheitszustand der Arbeiter zu haben, empfehle ich dringend, die Arbeiter alle 4 Wochen zu wiegen, sie zu untersuchen und ihnen die beste ärztliche Fürsorge zukommen zu lassen.

B. ß-Chlorvinylarsindichlorid

($ClHC\,CH\,As\,Cl_2$) Lewisit.

1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches

Die Entdeckung dieses Stoffes, der in der Nachkriegszeit sehr viel Unruhe in die Welt gebracht hat, wird dem amerikanischen Chemiker Capt. W. Lee Lewis zugeschrieben. Nach diesem Chemiker wird das

Reaktionsprodukt, das durch die Einwirkung von Acetylen auf Arsentrichlorid entsteht, „Lewisit" genannt.

Tatsächlich waren aber diese Reaktionsprodukte zwischen Acetylen und Arsentrichlorid vorher in Deutschland schon bekannt und sind besonders von Johannes Thiele in Straßburg während der Kriegszeit auf ihre chemischen, physikalischen und physiologischen Eigenschaften geprüft worden. Zu gleicher Zeit, das heißt in den Jahren 1916/17 beschäftigten sich auch H. Wieland und A. Bloemer eingehend mit diesem Stoff.

Im letzten Kriege ist dieser Stoff noch nicht verwandt worden.

Beim technischen Lewisit, das heißt also bei dem Produkt, wie es im Kriege verwandt werden soll, handelt es sich um ein Gemisch der drei Lewisite:

ß-Chlorvinylarsindichlorid $ClCH = CH\,As\,Cl_2$ (Lewisit I)
ß-ß'-Dichlordivinylarsinchlorid $(ClCH = CH)_2\,AsCl$ (Lewisit II)
ß-ß'-ß"-Trichlortrivinylarsin $(ClCH = CH)_3\,As$ (Lewisit III)

Das ß-Chlorvinylarsindichlorid ist in reinem Zustande ein farbloses Oel, das aber bald eine gelbliche Tönung annimmt. Es wird um so dunkler, je unreiner es ist. Das spezifische Gewicht beträgt 1,89; der Siedepunkt 77—78°. In organischen Lösungsmitteln löst sich dieses primäre Arsin auf, in Wasser und verdünnten Säuren ist es unlöslich. Es wird dagegen durch Wasser sehr rasch zerstört, durch Alkalien wird es unter Entwicklung von Acetylen zersetzt.

Das ß-ß'-Dichlordivinylarsinchlorid ist ein wasserhelles Oel, das ebenfalls sehr schnell gelb und gelbbraun wird. Das technische Produkt ist fast immer dunkelbraun. Das spezifische Gewicht ist 1,7; der Siedepunkt beträgt bei 26 mm Quecksilbersäule 130—133°. Dieses Produkt ist genau wie das primäre Arsin in Wasser und Säuren unlöslich, dagegen in Alkalien und organischen Lösungsmitteln löslich.

Das ß-ß'-ß"-Trichlortrivinylarsin ist das Endprodukt der Einwirkung von Acetylen auf Arsentrichlorid. Es ist eine fast wasserhelle, mäßig gelblich getönte Flüssigkeit, die bei 151—155° siedet. Bei Abkühlung durch Eis erstarrt die Flüssigkeit nach Julius Meyer[1] zu großen Kristallblumen, deren Schmelzpunkt bei 13° liegt. Auch das tertiäre Arsin ist in Wasser, verdünnten Säuren und Alkohol unlöslich, während es sich in den übrigen organischen Lösungsmitteln ziemlich leicht auflöst. Es haftet mit großer Zähigkeit an allem Material.

Das technische Lewisit, also das Gemisch dieser drei Lewisite, das in Zukunftskriegen Verwendung finden soll, hat einen außerordentlich vordringenden Geruch nach Geranium. Der Geruch ist so intensiv, daß er die meisten übrigen Gerüche in der Atmosphäre überdeckt. Man möchte fast sagen, daß Lewisit stärker nach Geranium riecht als

[1] a. a. O. S. 431.

Geranium selbst. Der Geruch bleibt sehr lange im Zeug haften. Wenn man mehrere Stunden mit Lewisit gearbeitet hat, dann riecht man oft zwei Tage lang nach Geranium.

Dieser Geruch ist so vordringlich, daß sich Lewisit in Zukunftskriegen ohne weiteres verrät, wenn es verschossen wird, es sei denn, daß der Geruch irgendwie verdeckt wird. Dieser Geruch macht einem das Experimentieren mit Lewisit auch viel leichter als mit Dichloraethylsulfid (Yperit), das in geringen Mengen fast gar keinen Geruch hat und darum sehr heimtückisch ist. Wenn man Lewisit versehentlich auf die Haut bekommt, dann hat man sofort — im Gegensatz zum Yperit — an empfindlichen Hautstellen ein brennendes Gefühl, so daß man noch früh genug Lewisit mit Chlorkalk vernichten kann.

Lewisit reizt zum Niesen und die Augen zum Tränen; aber diese Reizerscheinungen sind nicht so stark wie zum Beispiel die des Aethylarsindichlorids (Dick, vgl. S. 142 ff.).

Gegen Wasser hat Lewisit fast die Empfindlichkeit, wie es die Grünkreuzkampfstoffe Phosgen und Perstoff haben, so daß im freien Gelände dieser Kampfstoff durch Regenschauer bald vernichtet wird.

Besonders die amerikanischen Zeitungen haben die greulichsten Schilderungen über das Massensterben in den Großstädten gebracht, wenn erst der „Tau des Todes" („The Dew of the Death") — so wird dieser Stoff gern genannt — im Zukunftskriege über die menschlichen Siedlungen niederrieselt.

Durch die von mir angestellten Versuche[1], die allerdings aus naheliegenden Gründen im wesentlichen nur die Wirkung auf die Haut des Menschen berücksichtigen können, habe ich diese Hoffnungen und Erwartungen auf das Maß zurückzuführen versucht, das der Wirklichkeit entspricht.

Nach amerikanischen Untersuchungen[2] soll das halbstündige Einatmen von Luft, die 0,048 mg des primären Arsins im Liter enthält, den Tod herbeiführen. Auch soll Luft, die 0,334 mg Chlorvinylarsindichlorid im Liter enthält, auf der Haut Blasenbildungen hervorrufen können. Auch darin hat es mit dem Dichloraethylsulfid, dem Gelbkreuz, eine gewisse Aehnlichkeit.

2. Die Wirkung von Lewisit auf den Menschen

Wenn wir die Wirkungsweise von Lewisit und Dichloraethylsulfid auf die menschliche Haut vergleichen, dann können wir folgendes feststellen:

1. 1 Tropfen Lewisit auf die menschliche Haut gebracht, ruft sofort ein leichtes Brennen hervor, während 1 Tropfen Dichloraethylsulfid weder subjektiv noch objektiv zunächst irgendwelche Beschwerden

[1] Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932.
[2] Vedder, E. B.: The Medical Aspects of Chemical Warfare, Baltimore 1925, S. 157 ff.

macht. Das leichte Brennen hält bei Lewisit unvermindert bis zur Blasenbildung an, es steigert sich allmählich, aber es wird nicht so stark, daß es unerträglich würde.

Bei Dichloraethylsulfid dagegen sind oft nach 4—5 Stunden überhaupt noch keine Empfindungen, weder Brennen noch Jucken festzustellen; zeitweise selbst dann noch nicht, wenn nach 5—6 Stunden objektiv schon eine Entzündungsfläche abzugrenzen ist. Dafür haben wir bei Dichloraethylsulfid später im Stadium der Nekrose oft unerträgliche Schmerzen, die wir in dieser Intensität bei Lewisit nicht kennen.

2. Ein großer Tropfen Lewisit zieht verhältnismäßig schnell in die Haut ein (häufig schon nach 3—5 Minuten), indem er sich stark ausbreitet. Ein Dichloraethylsulfidtropfen braucht häufig sogar (je nach der Hautstelle) 20—30 Minuten, ehe er eingezogen ist. Wenn bei Dichloraethylsulfid der Tropfen noch nicht einmal eingezogen ist, dann ist bei Lewisit häufig schon eine intensive Rötung der Haut zu sehen.

3. Bei Lewisit haben wir bereits nach 12—13 Stunden Blasenbildungen und nach 24 Stunden schon sehr große Blasen (Abb. 30). Diese großen Blasen sind charakteristisch für Lewisit; derartig große Blasen kennen wir bei Dichloraethylsulfid nicht.

Nach der Einwirkung eines großen Tropfens Dichloraethylsulfid dagegen beginnt die Blasenbildung meistens erst nach 20 Stunden in der Peripherie des Tropfens (vgl. Abb. 25 und 26), zentral lockert sich die Haut (Epidermis) wohl etwas auf, aber das ganze Gewebe scheint so tödlich getroffen zu sein, daß die Epidermis nicht mehr die Kraft hat, sich zu einer Blase zu erheben (vgl. Abb. 26). Schon daraus sehen wir den großen Unterschied in der Giftigkeit zwischen Dichloraethylsulfid und Lewisit. Bei Lewisit erhebt also sich die ganze Haut, die vom Gift getroffen ist zu einer großen Blase (vgl. Abb. 30), bei Dichloraethylsulfid dagegen bleibt die Haut im Zentrum liegen und nur die letzten Ausläufer des Tropfens erzeugen Blasen (vgl. Abb. 25 und 26).

Wenn allerdings sehr geringe Dichloraethylsulfidmengen auf die Haut wirken, dann haben wir auch hier eine vollkommene Blasenbildung (vgl. Abb. 28).

4. Der Entzündungsprozeß schreitet bei Lewisit sehr schnell voran und hat häufig schon am zweiten Tage den Höhepunkt erreicht (vgl. graphische Darstellung S. 111), während dieses Stadium beim Dichloraethylsulfid häufig erst am 14. Tage erreicht wird.

Bei Lewisit verläuft alles stürmischer, bei Dichloraethylsulfid alles langsamer; aber dafür sind die Zerstörungen bei Dichloraethylsulfid viel tiefgreifender und schwerer als bei Lewisit.

Wenn es uns gelingt, bei einer Lewisitschädigung die Blasen zu erhalten, so daß also keine Sekundärinfektion hinzutreten kann, dann kann schon am 14. Tage eine Heilung eingetreten sein, während bei der

Einwirkung von gleichen Mengen Dichloraethylsulfid am 14. Tage zuweilen erst der Höhepunkt der Entzündung erreicht ist. Natürlich verzögert sich der Heilverlauf, wenn eine Sekundärinfektion hinzutritt, aber nach 25—26 Tagen ist dann meistens auch alles verheilt (vgl. Abb. 31 und im Gegensatz dazu Abb. 27).

Lewisitschädigungen heilen im allgemeinen 2½—4mal schneller als Dichloraethylsulfidschädigungen.

5. Bei Dichloraethylsulfidschädigungen haben wir regelmäßig eine Pigmentierung um den Entzündungsherd, die bei Lewisit fehlt.

Bei den Hautschädigungen durch Lewisit müssen wir auch an eine Abspaltung von Arsen denken, die bei Einwirkung größerer Mengen zu gefährlichen resorptiven Wirkungen führen kann.

Tierversuche haben gezeigt, daß die Einatmung von Lewisitdämpfen zu Pseudomembranbildungen und auch zu Lungenödemen führt.

3. Hilfe und Heilung bei Lewisitschädigungen

Da Lewisit- und Dichloraethylsulfidschädigungen sich im wesentlichen nur in der Intensität der Wirkung unterscheiden (Lewisit ist das schwächere, Dichloraethylsulfid [Yperit] ist das stärkere Gift) und da wir sehr eingehend die Vorschläge für Hilfe und Heilung bei den Dichloraethylsulfidschädigungen behandelt haben, so möchte ich zur Vermeidung von Wiederholungen auf die Vorschläge (vgl. S. 113 ff.) hinzuweisen. Wer Dichloraethylsulfidgeschädigte behandeln kann, kann um so leichter Lewisitgeschädigte behandeln. Nur, um es immer wieder einzuhämmern, wiederhole ich hier das Wichtigste:

Wie helfe ich mir selbst?

Sicherer und vollkommener Schutz gegen die Einatmung von Lewisit ist die Gasmaske (Maske mit Atemfilter); gegen Hautverletzungen schützen für eine begrenzte Zeit gewisse Spezialkleidungen (vgl. Abb. 20 und 21).

Ist Lewisit auf die Haut gekommen, was man — im Gegensatz zu Dichloraethylsulfid — sofort merkt wegen des brennenden Gefühls, dann schleunigst abreiben mit trockenem Chlorkalk.

Zeug und Schuhe, die mit Lewisit bespritzt sind, müssen sofort ausgezogen werden und mit heißem Wasser und eventuell Chlorkalk behandelt werden.

Nach Hautschädigungen ein heißes Seifenbad nehmen.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Die Kranken möglichst schnell aus der Gefahrenzone herausbringen! Nicht gehen lassen! Die Kranken immer zum nächsten Krankenhaus schaffen.

Solange sich noch keine Blasen auf der Haut gebildet haben, die Haut mit trockenem Chlorkalk abreiben.

Darauf achten, daß die Kranken die Augen nicht reiben. Die Augen auswaschen mit 0,25proz. Sodalösungen; alkalische Augensalben (vgl. S. 95) einstreichen.

Kein Morphium, keine künstliche Atmung!

Für die Rettungsmannschaften reicht es vollkommen aus, sie genau wie zum Schutze gegen Dichloraethylsulfid mit trockenem Chlorkalk (in Streubüchsen) auszustatten. Man soll sie nicht noch — nach amerikanischen Vorschlägen[1] — mit 5 % Natriumhydroxyd-Lösungen ausstatten. Denn je komplizierter unsere Schutzmaßnahmen sind, desto wirkungsloser werden sie, weil im Falle einer Schädigung die Rettungsmannschaften gar nicht wissen, was sie von ihren Mitteln gebrauchen sollen. Darum ist wesentlich die Einfachheit der Mittel und die Einfachheit ihrer Anwendung. Das gilt auch für die Ausrüstung der Soldaten.

Wie hilft der Arzt?

a) bei Hautschädigungen

Die beste Therapie ist die Erhaltung der Blasenhaut als Schutzdecke, auch bei schwersten Schädigungen, im Gegensatz zu Dichloraethylsulfidblasen, die wir bei Einwirkung größerer Mengen nach Möglichkeit etwa am zweiten Tage entfernen sollen. Die Erhaltung der Blasen ist mithin die vornehmste Aufgabe der Therapie. Die Blasen müssen nach 24 Stunden möglichst steril angestochen werden, damit der Blaseninhalt ablaufen kann. Wenn man die Blasenhaut abträgt, tritt fast immer Sekundärinfektion ein, wodurch der Heilverlauf verzögert wird.

Bei Lewisit kommt es längst nicht zu den schweren Gewebseinschmelzungen (Nekrosen) wie beim Dichloraethylsulfid. Wenn die Blasen bei Eintritt der Behandlung bereits zerrissen sind, dann die ganze Blasenhaut sorgfältig abtragen, die Wundflächen in den ersten Tagen zweimal täglich mit milden Salben wie Yperitsalbe I („Desitin"-Werk Carl Klinke, Hamburg), amerikanischer Vaseline verbinden und, sobald das Nässen aufgehört hat (während dieser Zeit die Wunden häufig trocknen mit einem Fön-Apparat!), mit Yperitsalbe II („Desitin"-Werk Carl Klinke, Hamburg), Granugenol, Pellidol usw. behandeln.

Beim Verbandwechsel die Wunden mit Wasserstoffsuperoxyd überrieseln.

5prozentige Natriumhydroxyd-Lösungen gleich nach der Einwirkung von Lewisit auf die Haut zu bringen, ist unnötig, da Chlorkalk die gleichen Dienste leistet (vgl. Abb. 32). Chlorkalk verhindert ungefähr bis zu 5 Minuten die Bildung großer Blasen. Bei Hautflächen, die widerstandsfähiger sind — zum Beispiel die Haut in oder auf der Hand —

[1] Vedder, E. B.: a. a. O. S. 157 ff.

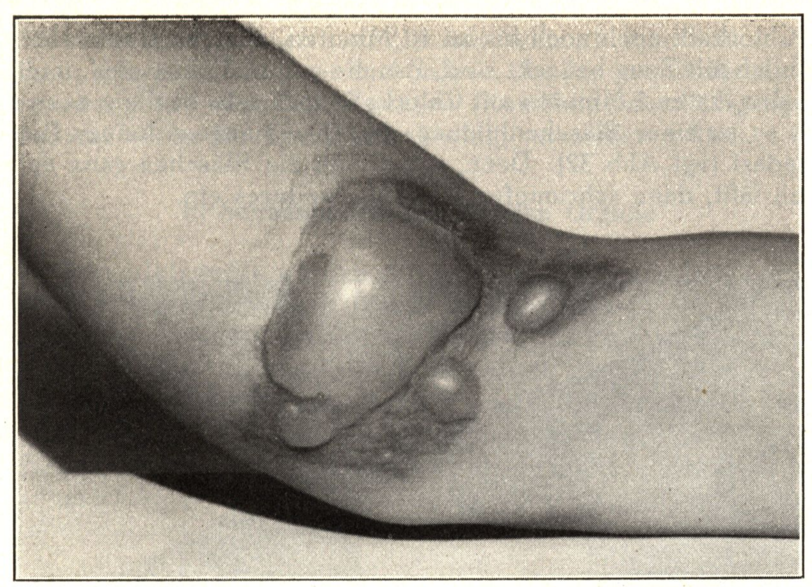


Abbildung 30: Einwirkung von einem Tropfen Lewisit nach 24 Stunden. Die Bläs-chen sind zu einer großen Blase zusammengeflossen. Ringsherum ist das Gewebe blasig aufgelockert, intensiv rot. Diese Rötung »verschwimmt« allmählich in das feste Gewebe.
(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932)

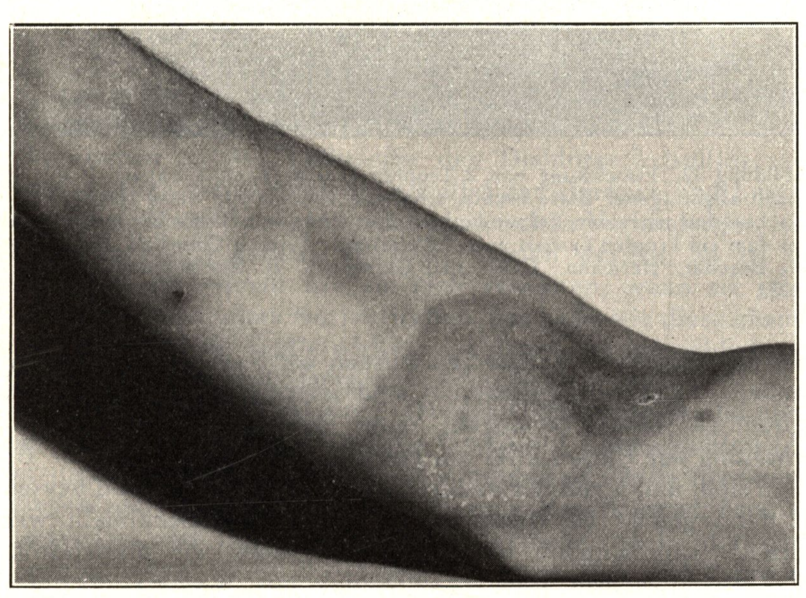


Abbildung 31: Verheilung einer Lewisitschädigung trotz Sekundärinfektion nach 25—26 Tagen. Auffallende Trockenheit und Rauhigkeit der Narben. Vergleiche dagegen Abb. 27, auf der wir sehen, daß nach 25—26 Tagen Dichloraethylsulfidwunden noch im Stadium schwerster Gewebseinschmelzungen sich befinden.
(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932)

wirkt Chlorkalk auch noch bis zu 10 Minuten, aber an Hautstellen, die gewöhnlich mit Zeug bedeckt sind, also die empfindlicher sind, muß man sich in den ersten 5 Minuten mit Chlorkalk doch sehr beeilen; denn sonst kommt es zu einer Bläschenbildung, die aber meistens keiner Behandlung bedarf (vgl. Abb. 32). Denn, wenn man die Bläschen ganz auf sich beruhen läßt, dann schrumpfen sie ohne weiteres ein.

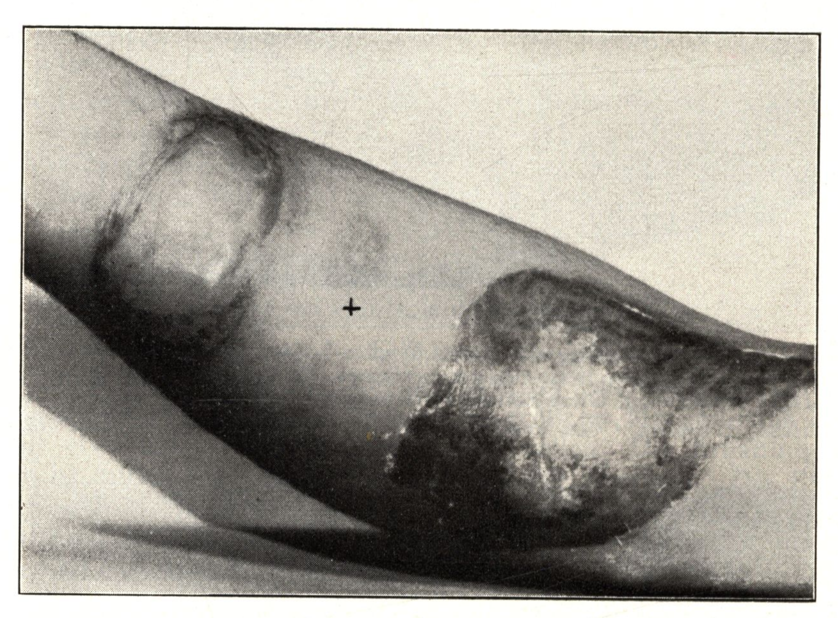


Abbildung 32: Einwirkung von 2 Tropfen Lewisit nach 3 Tagen. Große Wundfläche nach abgetragener Blase rechts, erhaltene wachsartige Blase links oben.
Zwischen den einzelnen Entzündungsherden sind kleine Bläschen von einem Versuch, bei dem ein Tropfen Lewisit nach 5 Minuten (+) durch Chlorkalk zerstört wurde.
(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932.)

Bei unerträglichen Schmerzen müssen wir Salben wie Yperitsalbe I verwenden. Eisenhydroxydpasten[1] sind unnötig, da wir hierfür keine Indikation zu sehen vermögen; denn wir haben festgestellt, daß bei Erhaltung der Blasen alles am besten heilt. Wenn aber die Blasen zerrissen sind, und wenn wir dadurch eine Sekundärinfektion bekommen haben, dann genügt es, wenn wir die Wunden so behandeln, wie wir Dichloraethylsulfidwunden behandeln, das heißt wir überrieseln bei jedem Verbandwechsel die Wundflächen mit Wasserstoffsuperoxyd, baden gelegentlich in heißem Seifenwasser und verbinden dann mit einer milden Salbe (Vaseline, Yperitsalbe I und II).

[1] vgl. Vedder, E. B.: a. a. O. S. 157 ff.

So kommen wir schnell zum Ziel und richten keinen Schaden an wie mit stark reizenden Lösungen und Salben, die den empfindlichen Wundflächen nur noch neue Schädigungen (Kombinationsschädigungen) zuführen, was wir in der Therapie unbedingt vermeiden sollten.

b) Schädigungen der übrigen Organe

Augenverletzungen werden genau wie die Augenverletzungen durch Dichloraethylsulfid behandelt (vgl. S. 120 ff.).

Bei Lungenödem: unbedingte Ruhe, Herzmittel (Strophanthin ½ ccm intravenös, Cardiazol usw.), Sauerstoff, kleiner Aderlaß.

Gegen Husten: Eukodal (½ bis 1 ccm subcutan oder 2- bis 3mal täglich 1 Tablette), Codeintabletten (3mal täglich 0,025).

Bei Pseudomembranbildungen in der Lunge: Reizkörpertherapie (Tetanusserum, Novoprotin intravenös). Vergleiche hierzu die Behandlung der Dichloraethylsulfidgeschädigten (vgl. S. 121).

C. Die Durchschlagskraft von Dichloraethylsulfid (Yperit) und Lewisit durch verschiedenartige Stoffe

(Zeug, Leder, Gummi, chemische Schutzmittel)[1]

Wir haben in der Pathologie des Dichloraethylsulfids und des Lewisits gesehen, daß Dichloraethylsulfid das stärkere und Lewisit das schwächere Gift ist. Da diese beiden chemischen Verbindungen in einem Zukunftskriege eine bedeutende Rolle spielen werden, so ist es von hohem Wert, zu wissen, wie sie sich verhalten, wenn sie den vollbekleideten menschlichen Körper treffen, das heißt wie diese chemischen Verbindungen auf die Stoffe wirken, mit denen der menschliche Körper umhüllt ist, also auf unser Zeug, auf Leder, Gummi usw.

Wenn wir zum Beispiel einen Tropfen Dichloraethylsulfid und einen Tropfen Lewisit 10 Minuten wirken lassen auf Zeugschichten (Anzug-, Futter- und Hemdenstoff), ferner auf imprägnierte Stoffe (Regenmäntel), auf Ziegenleder, Rindleder und auf Fahrradschlauchgummi, dann können wir feststellen, daß Dichloraethylsulfid innerhalb von 10 Minuten durch die Zeugschichten, ferner durch imprägnierten Stoff und durch Ziegenleder durchgeht und die Haut schädigt, aber nicht durch Rindleder und Fahrradschlauchgummi. Lewisit dringt innerhalb von 10 Minuten nur

[1] Diese hier kurz wiedergegebenen Versuche sind ausführlich dargestellt in Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932.

durch Zeug, durch alle andern Stoffe nicht. Wir sehen also auch hier wieder die Ueberlegenheit des Dichloraethylsulfids gegenüber dem Lewisit.

Wenn wir je einen Tropfen Dichloraethylsulfid und Lewisit bei gleicher Anordnung 30 Minuten wirken lassen, dann kommen wir zu folgenden Ergebnissen: Dichloraethylsulfid ist durch Zeug, imprägnierten Stoff, Rindleder durchgedrungen, aber nicht durch Gummi (Fahrradschlauchgummi). Gummi hat also der Einwirkung von Dichloraethylsulfid 30 Minuten widerstanden. Lewisit hat in dieser Zeit nur Ziegenleder und Zeug einwandfrei durchschlagen; der imprägnierte Stoff, Rindleder und Gummi haben der Einwirkung des Lewisits 30 Minuten widerstanden. Ich möchte hier einschalten, daß die Stoffarten selbst scheinbar durch diese Kampfstoffe nicht leiden, im Gegensatz zu der Einwirkung der meisten Säuren, wie Salpetersäure usw.

Auffallend ist die große Widerstandskraft des Gummis gegenüber Dichloraethylsulfid und Lewisit, dagegen ist die Widerstandskraft des Leders gegenüber diesen Kampfstoffen gering.

Das bedeutet praktisch, daß der Mensch mit guten Rindlederschuhen zur Not 20 Minuten in einem mit Dichloraethylsulfid verseuchten Gelände verweilen kann, ohne befürchten zu müssen, eine Verletzung an seinen Füßen zu bekommen; vorausgesetzt allerdings, daß er Gelegenheit hat, diese Schuhe sofort auszuziehen. Gerät er dagegen mit Schuhen aus dünnem Oberleder in ein mit Dichloraethylsulfid verseuchtes Gelände, so kann er schon nach 10 Minuten geschädigt werden. Nach 30 Minuten aber dringt Dichloraethylsulfid durch dickes Rindleder durch. Unsere gewöhnlichen Schuhe mit dem dünnen Oberleder widerstehen dem Dichloraethylsulfid nicht einmal 10 Minuten, dem Lewisit zwar länger, aber nicht einmal 20 Minuten.

Wenn wir je 1 Tropfen Dichloraethylsulfid und Lewisit 24 Stunden auf dicke Rindlederschuhe einwirken lassen und wenn wir dann diese Schuhe anziehen, dann würden wir uns schwerste Verletzungen zuziehen, wie Abbildung 33 sehr schön zeigt.

Ein Tropfen Dichloraethylsulfid, den wir direkt auf die Haut bringen, breitet sich nicht so weit aus, als wenn wir ihn erst durch Leder wirken lassen.

Im Gegensatz zu Leder hat Gummi sowohl gegen Dichloraethylsulfid wie gegen Lewisit eine größere Widerstandskraft. Dichloraethylsulfid zieht sehr langsam in Gummi ein und ebenso zum Beispiel in Billrothbatist, im Gegensatz zu Lewisit.

Wenn man Gummistücke (zum Beispiel Präservativgummi, Fahrradschlauchgummi und Gummi von einem Autoschlauch), auf die man Dichloraethylsulfid getropft hat, unter eine Glasglocke stellt, um eine schnelle Verdunstung zu verhüten, dann dauert es zuweilen 5 Tage, ehe

Dichloraethylsulfid in sie eingezogen ist. Bei Billrothbatist steht der Tropfen nach 5 Tagen fast noch genau so wie am ersten Tage, also fast unverändert.

Um nun zu prüfen, ob Dichloraethylsulfid und Lewisit durch diese drei verschiedenen Gummiarten und durch Billrothbatist nach 5 Tagen wirklich durchgekommen sind (zu sehen ist mit bloßem Auge nichts), haben wir diese Gummistücke und Billrothbatist auf die menschliche Haut gebracht. Nach 1½ Stunden nahmen wir die Gummistücke und das Billrothbatiststück von der Haut ab. Nach 6 Stunden hatten wir folgenden Befund: Alle Gummiarten, selbst das dicke Autoschlauchgummi, sind von Dichloraethylsulfid vollkommen durchschlagen worden, denn auf der Haut hatten wir sehr schwere Entzündungen. Auch Billrothbatist ist vollkommen durchschlagen worden, was um so rätselhafter ist, da doch der Tropfen Dichloraethylsulfid nach 5 Tagen für das bloße Auge fast unverändert stand, so daß wir, ehe wir das Billrothbatiststück auf die Haut legten, den Tropfen sogar erst entfernen mußten.

Auch Lewisit hat das zarte Präservativ-(Condom-)Gummi durchdrungen; aber das Fahrrad- und Autoschlauchgummi und das Billrothbatiststück nur ganz mäßig.

Sonderbar ist, daß ein Tropfen Dichloraethylsulfid auf Gummi und Billrothbatist — wenigstens für das bloße Auge — stehenbleibt und trotzdem wirkt. Es scheinen also geringste Spuren durchzudringen und die Wirkung hervorzurufen. Darum muß man Stoffe, die man zu Schutzmänteln verarbeiten will, nicht nur daraufhin prüfen, ob ein Tropfen dieser chemischen Verbindungen für lange Zeit stehenbleibt, ob er also nicht in den Stoff eindringt, sondern diese Stoffe müssen außerdem auf die menschliche Haut gebracht werden. Denn wenn ein Tropfen auch für das bloße Auge stehen bleibt, dann bedeutet das nicht, daß der Stoff nicht doch durchlässig ist für Dichloraethylsulfid und Lewisit.

Seltsam ist, daß auch bei den Gummiversuchen Dichloraethylsulfid in ganzer Breite der Gummistücke wirkt; wie es auch sonderbar ist, daß man an den Stoffen selbst keine Schädigungen feststellen kann.

Auch die Gummi- und Billrothbatistversuche lehren uns trotz vielem Rätselhaften die vollkommene Ueberlegenheit des Dichloraethylsulfids gegenüber dem Lewisit. Sie lehren aber auch, daß Gummi bei längerer Einwirkung besonders von Dichloraethylsulfid dem Menschen keinen Schutz bietet.

Der Gedanke liegt nahe, Chlorkalk — ein ganz sicheres und zuverlässiges Zerstörungsmittel für Dichloraethylsulfid und Lewisit — in irgendeiner Form als Schutzmittel zu verwenden. Besonders an den Stellen, die wir häufig mit geeigneter Schutzkleidung nicht bedecken können, wie zum Beispiel die Hände, Teile des Gesichts, des Halses, der Unterarme usw.

Trockner Chlorkalk würde für derartige Zwecke ungeeignet sein, weil er nicht auf der Haut haftet. Deshalb kommt Chlorkalk nur in Form von Salben, Pasten usw. in Frage.

Wir haben mit 15-, 25-, 30-, 40- und 50prozentigen Chlorkalksalben Versuche angestellt und auch mit Kalium permanganat-Salben und mit der amerikanischen Schutzsalbe:

Zinc. oxyd.	45,0
Leinöl	30,0
Schweineschmalz	10,0
Lanolinfett	15,0

Wenn Dichloraethylsulfid und Lewisit 30 Minuten auf derartige Salben wirken, dann wird zwar die Wirkung stark abgeschwächt, aber die Kampfstoffe dringen trotzdem durch.

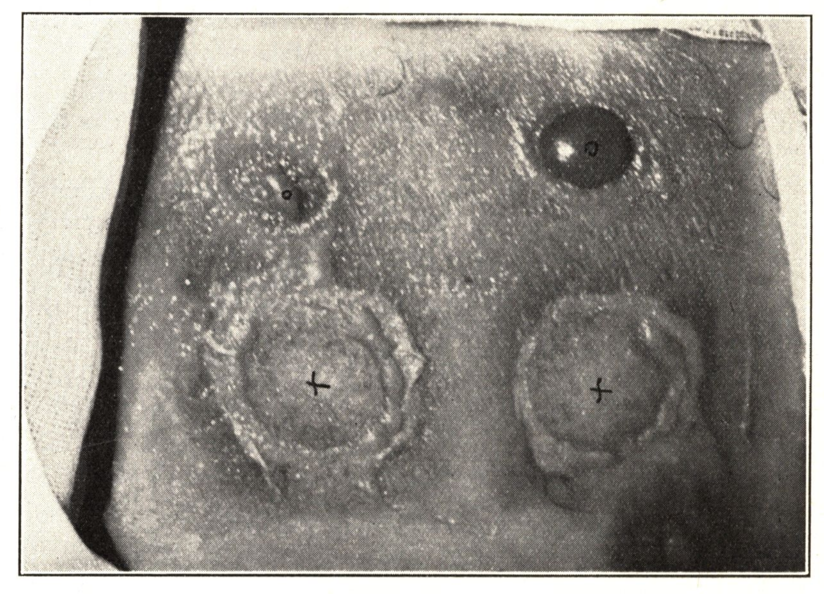


Abbildung 33: Einwirkung von Dichloraethylsulfid und Lewisit auf die menschliche Haut durch Leder hindurch. Diese Kampfstoffe wurden vorher auf Roßchevreauxleder getropft, wirkten 24 Stunden und dann wurde dieses Leder auf die menschliche Haut gebracht. Folge: Charakteristische zentrale Blasenbildung (o) bei Lewisit, zentraler blasser (anämischer) Herd (+) mit peripher stehenden Blasen (Perlenschnüren) bei Dichloraethylsulfid (Yperit). Man hat nicht den Eindruck, als wenn die Kampfstoffe vor ihrer Wirkung erst Leder passiert hätten, so charakteristisch sind die Schädigungen. Es ist, als ob die Kampfstoffe direkt auf die Haut getropft worden wären. Aufnahme: 48 Stunden nach der Einwirkung.
(Aus Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932.)

Die amerikanische Schutzsalbe schützt nicht nur nicht, sondern breitet und streut, ähnlich wie bei den Zeug- und Lederversuchen, *die Wirkung nur noch weiter aus.*

Praktisch führen alle diese Versuche zu folgender Erkenntnis: Wir können uns wohl durch gewisse Salben eine Zeitlang schützen, wenn wir uns ganz ruhig verhalten, so daß die Salben nicht verwischt werden. Aber was wird dann mit den Kampfstoffen, besonders mit dem heimtückischen Dichloraethylsulfid? Entweder laufen sie einfach von der Salbe herunter auf gesunde Körperhaut und auf unser Zeug, oder gar auf die Erde, so daß wir schließlich eine vollkommen mit Lewisit- oder Dichloraethylsulfid verseuchte Atmosphäre um uns haben, die besonders in geschlossenen Räumen uns zum Verhängnis werden könnte.

Chemische Schutzmittel müßten daher von einer mehr öligen Konsistenz sein, so daß sie so angewandt werden könnten, wie der Sportsmann beim Training ein Oel anwendet. Kurz: alle derartigen Schutzmaßnahmen werden nie vollkommen sein, weil immer wieder Reste unzerstörten Kampfstoffes irgendwie mit dem Menschen in Berührung kommen können. Darum ist es wichtig, alles so zu konstruieren, daß das, was schützt, zum mindesten auch gleich die Kampfstoffe zerstört oder wenigstens in der Wirkung stark abschwächt. Denn sonst kann es uns leicht im heißen Sommer oder im engen Raume passieren — besonders wenn nicht unsere Gasmasken sehr gut sitzen —, daß die Kampfstoffe Dichloraethylsulfid und Lewisit, die uns durch die Haut nicht haben erreichen können, sehr schnell den Weg durch die Einatmungsorgane zu uns finden.

7. Kapitel

Blaukreuzkampfstoffe

Nasen — Rachenreizstoffe

(Clark I, Clark II, Adamsit, Dick)

Blaukreuz (Clark)! Wie grundverschieden wirkt es im Vergleich zu Grün- und Gelbkreuz! Grünkreuzluftgemische (Phosgen, Perstoff) können wir einatmen, ohne daß wir unser Verhängnis und unsern Tod ahnen. Auch gasförmiges Gelbkreuz (Yperit) können wir einatmen, ohne daß wir etwas davon merken; und wenn ein Tropfen flüssigen Gelbkreuzes auf unsere Haut kommt, dann spüren wir diesen Tropfen oft weniger, als wenn ein Tropfen Wasser unsere Haut benetzt.

Blaukreuz hat nichts von diesen heimtückischen, schleichenden Eigenschaften. Die Beschwerden durch Blaukreuz nach der Einatmung — Husten und Niesen — kommen so schlagartig, so prompt, so blitzartig, sie sind bereits im Moment der Einwirkung so quälend, so unerträglich, daß einem die Sinne zu vergehen scheinen.

Wenn man zum Beispiel in einen Blaukreuzfüllbetrieb kommt, in dem durch Unvorsichtigkeit von den Kampfstoffen Spuren in der Luft schweben, dann sieht man nichts in der Luft, die Luft scheint klar und rein zu sein. Aber was wird plötzlich mit uns? Wir müssen niesen, husten, die Augen tränen, der Speichel rinnt, die Nase fließt, uns wird ganz übel. Husten und Niesen steigern sich immer mehr; wir möchten gern sprechen, aber wir können es nicht wegen des gräßlichen Hustens, und wenn wir tief einatmen, dann werden die Beschwerden nur noch unerträglicher. Bald dröhnt der ganze Kopf; die Zähne, die Kiefer schmerzen, die Luft scheint uns auszugehen, es befällt uns eine beklemmende Angst. Wir haben nur den e i n e n Wunsch, aus diesen Räumen und aus dieser Atmosphäre herauszukommen. Und wenn wir wieder draußen in der reinen, frischen Luft sind, dann sind alle diese unerträglichen Beschwerden bald, spätestens meistens nach einer halben Stunde, verschwunden. Wir sind erlöst. Gott sei Dank, es geht uns besser! Nichts bleibt zurück, wie bei den heimtückischen Grün- und Gelbkreuzkampfstoffen, deren Wirkung häufig erst d a n n einsetzt, wenn wir glauben, schon alles überstanden zu haben.

Wenn natürlich hohe Konzentrationen auf uns einwirken, dann können wir auch sehr krank werden. Aber, da durch die Gegenwart von Blaukreuz die Luft gespickt ist mit Warnungssignalen, so werden wir rennen und laufen, um dieser entsetzlichen Atmosphäre zu entrinnen. Bei den Grün- und Gelbkreuzluftgemischen fehlen diese Warnungssignale häufig fast ganz, und darum erliegen wir auch so leicht den Einwirkungen der Grün- und Gelbkreuzkampfstoffe.

Wenn Blaukreuz (Clark) in Substanz (fest oder flüssig) auf unsere Haut oder auf die Schleimhäute kommt, dann treten meistens sofort heftige Schmerzen auf. Wir wissen also im gleichen Augenblick, daß wir verletzt sind und können sofort Gegenmaßnahmen ergreifen. Darum kommt es auch meistens nicht zu langwierigen Erkrankungen.

Diese Kampfstoffe, die uns Menschen bis zur Unerträglichkeit quälen und peinigen, wenn sie uns auch selten töten, müssen wir deswegen besonders gut kennen lernen, weil sie in zukünftigen Kriegen sicherlich eine große Rolle spielen werden. Denn man braucht von diesen Kampfstoffen nur geringe Mengen anzuwenden, um uns den Aufenthalt im Freien wie in geschlossenen Räumen unerträglich zu machen; während man von Grün- und Gelbkreuz erhebliche Mengen im Freien verschießen muß, um wirksame oder gar tödlich wirkende Konzentrationen zu erreichen. Denn wenn nur einige große Blaukreuzbomben in ein Regierungsviertel geworfen werden oder überhaupt dahin, wo das Hirn eines Landes wirkt und schafft, dann wird kein Minister arbeiten können, kein Parlament wird tagen können und kein Generalstab wird denken können.

Diesen Nasen-Rachen-Reizstoffen in Verbindung mit den Augenreizstoffen wird man für den Zukunftskrieg vom kriegstechnischen Standpunkt aus eine äußerst günstige Prognose stellen können. Denn da, wo Blaukreuz in der Luft ist, wird bald alles in Verwirrung gebracht und jede Arbeit wird bald ruhen. Wir müssen auch damit rechnen, daß man in zukünftigen Kriegen versuchen wird, die Menschen mit Blaukreuz, weil es durch die kleinsten Undichtigkeiten hindurchdringt, aus ihren gassicheren Unterständen und Kellerlöchern herauszujagen, um sie dann den tödlich wirkenden Grün- und Gelbkreuzkampfstoffen auszusetzen. Also ein eminent wichtiger Kampfstoff, der außerdem durch unsere gewöhnlichen Gasmasken hindurchdringt, wenn sie nicht noch durch besondere Filter gesichert werden; aber diese Filter erschweren dem im Gebrauch der Gasmaske ungeübten Menschen die Atmung sehr. Ganz abgesehen davon, daß wir, wenn schon geringste Spuren durch irgendeine Undichtigkeit der Maske hindurchdringen, gezwungen sind, die Maske wegen des unerträglichen Hustens und Niesens abzureißen; und damit ist unser Schicksal nur zu schnell besiegelt. Denn schutzlos sind wir dann den tödlich wirkenden Grün- und Gelbkreuzkampfstoffen preisgegeben, wenn sie zu gleicher Zeit verschossen werden sollten.

A. Diphenylarsinchlorid — Clark I

$(C_6H_5)_2AsCl.$

1. Historisches — Kriegstechnisches — Chemisches

Diese chemische Verbindung, die bereits 1881 von den deutschen Chemikern Michaelis und La Coste entdeckt worden ist, wurde zuerst am 11. Juli 1917 von deutscher Seite bei Nieuport als sogenannter Blaukreuzkampfstoff verschossen.

Der Soldat nannte diesen Kampfstoff auch „Maskenbrecher", weil er durch die gewöhnlichen Gasmaskeneinsätze hindurchdringt. Wegen der außerordentlich starken Reizwirkung auf Nase und Rachen ist man dann gezwungen, die Gasmaske abzureißen, wodurch wir den tödlich wirkenden Einatmungsgiften, besonders den Grünkreuzkampfstoffen, schutzlos preisgegeben sind. Dieses gleichzeitige Verschießen von Blau-, Grün- und häufig auch Gelbkreuzgranaten nannte man im letzten Kriege bekanntlich das „Buntschießen".

Clark I muß, wenn er im Kriege voll zur Wirkung gebracht werden soll, durch eine starke Sprengladung im Geschoß künstlich verstäubt und vernebelt werden. Der bei der Abkühlung entstehende ultramikroskopisch feine Staub kann nicht mehr von der Kohle und von den chemischen Stoffen im Atemfilter adsorbiert werden, das heißt er dringt durch die gewöhnlichen Gasmaskeneinsätze hindurch, wenn sie nicht durch dichte Filter von Watte, Filz, Fließpapier usw. („Schnappdeckel") gesichert werden.

Das reine Diphenylarsinchlorid ist eine farblose, kristallinische Masse vom spezifischen Gewicht 1,4, die bei 44 bis 45° schmilzt und bei 333° siedet. Dieser chemische Kampfstoff ist leicht löslich in organischen Lösungsmitteln (Benzol usw.), ferner in Phosgen, Chlorpikrin usw.; durch Wasser wird er augenblicklich zersetzt.

Die Flüchtigkeit ist sehr gering. Bei 20° verdampfen im cbm Luft nur 0,35 mg. Gegen den Sauerstoff der Luft ist er selbst in sehr feiner Verteilung beständig.

Eine auffallende Eigenschaft dieser chemischen Verbindung ist, wie wir sahen, daß sie beim Erhitzen in einen äußerst fein verteilten Nebel übergeht, dessen einzelne Teilchen ultramikroskopisch (Durchmesser 10^{-4}—10^{-5} cm) klein sind. Luft, die 0,001 bis 0,002 mg im Liter enthält, und die der Mensch 1 Minute lang einatmet, kann bereits für ihn unerträglich sein. Ein Soldat, der diese Konzentration einatmen muß, ist kampfunfähig. Höhere Konzentrationen, wie zum Beispiel 0,01 mg im Liter Luft, erzeugen schon Brechreiz.

Nahrungsmittel, die mit dieser Arsenverbindung in Berührung gekommen sind, sind ungenießbar, ebenso Wasser, selbst wenn es aufgekocht wird, bleibt ungenießbar (Arsengehalt!!).

2. Die Wirkung von Clark I auf den Menschen

Diphenylarsinchlorid (Clark I) reizt außerordentlich stark alle Schleimhäute, besonders aber die der Atemwege. Schon geringste Konzentrationen in der Luft erzeugen starken Nasen-, Rachen- und Kehlkopfreiz, so daß wir heftig niesen und husten müssen. Die Nase läuft, der Speichel fließt, wir bekommen Brechreiz und uns wird übel. Auch auf die Nebenhöhlen des Kopfes greift die Wirkung über, so daß wir Schmerzen in der Stirngegend bekommen. Bald schmerzen auch die Ohren, die Kiefer und die Zähne. Der Nasen-, Rachenreiz tritt meistens sofort nach der Einatmung auf, die übrigen Beschwerden sind mehr subjektive Nachwirkungen der Einatmung.

Wenn wir Clark tief eingeatmet haben, treten außerdem noch Schmerzen unter dem Brustbein, ferner starke Atemnot und ein heftiges Angstgefühl auf; und von den Lungen strahlen dann Schmerzen in die Arme und in den Rücken aus.

Alle diese Beschwerden können schon, trotz unangenehmster Störung unseres subjektiven Befindens, nach einer halben Stunde verschwunden sein, ohne daß irgendwelche objektiven Schädigungen zurückbleiben.

Die Einatmung hoher Konzentrationen kann dagegen zu schweren Lungenschädigungen führen mit all ihren Folgezuständen wie Lungenödem, Kreislaufstörungen, Nierenerkrankungen usw. Auch mit resorptiven Wirkungen müssen wir in derartigen Fällen rechnen. Die Kranken gehen unsicher und schwankend, sie können sich nicht halten und haben die heftigsten Schmerzen in allen Gliedern, sie werden ohnmächtig und bewußtlos. Und sehr hartnäckige Magen- und Darmentzündungen treten auf.

Diphenylarsinchlorid, das in reinem Zustande fest, in unreinem Zustande gewöhnlich flüssig ist, wirkt in Substanz auch sehr heftig auf die äußere Haut ein. Die Intensität der Wirkung ist aber sehr abhängig von der individuellen Empfindlichkeit. Abnorme Ueberempfindlichkeit (Idiosynkrasie) gegen geringe Mengen ist relativ häufig. Sonderbar ist, daß bei einem Menschen, der einmal eine Hautschädigung davongetragen hat, oft minimale Spuren des Stoffes genügen, um erneut wieder zu erkranken.

Die Verletzungen, die durch festen oder flüssigen Clark hervorgerufen werden (Rötung, Schwellung und Entzündung der Haut nach einigen Stunden und Entstehung von Brandblasen) sind oft sehr schmerzhaft, und diese Schmerzen dauern viele Stunden an. Da aber die Schmerzen, besonders wenn auch die Schleimhäute durch Clark gereizt sind, sofort auftreten, so kann auch die ärztliche Behandlung der verletzten Haut sofort erfolgen. Mit der entzündlichen Schwellung der Haut ist ein unangenehmer, quälender Juckreiz und das Gefühl des Brennens

verbunden. Die Blasen, die sich bilden, sind zuweilen von bedeutender Größe. Sie zeigen aber nur geringe Neigung zu schweren Gewebseinschmelzungen (Nekrosen) in die Tiefe im Gegensatz zu Yperithautschädigungen; und infolgedessen heilen die Wundflächen im allgemeinen schnell und auch glatt ab.

Arbeiter, die längere Zeit mit Clark beschäftigt waren, bekommen meistens auch eine Bindehautentzündung der Augen. Die Augen werden schwer und sie ermüden leicht beim Lesen; das Gesicht und die Augenlider schwellen häufig etwas an, wie überhaupt die Haut meistens überempfindlich ist. Die Gewöhnung an Clark ist selten. Aber wir sahen Menschen, bei denen eine ganz auffallende Gewöhnung eingetreten war für Konzentrationen, die normalerweise unerträglich waren.

Sehr langwierig sind die Krankheitszustände häufig bei Personen, die durch dampfförmigen Clark verletzt sind. Dieser dringt, ohne ein besonderes Schmerzgefühl hervorzurufen, in die Poren der Haut und erzeugt nach mehreren Stunden bedeutende Anschwellungen, die mit Unterbrechungen oft Monate hindurch wiederkehren, bis der eingedrungene Giftstoff vollkommen vom Körper wieder ausgeschieden ist. Hierbei sind jüngere Personen mit zarter Haut aufnahmefähiger als ältere. Gerade diese Menschen sind es, die später auf geringste Clarkmengen außerordentlich stark reagieren.

Die Zahl der in Clarkbetrieben verletzten Personen ist höher als in irgendeinem andern Kampfgasbetrieb. Da jede Berührung mit Clark eine Verletzung nach sich zieht, so bleibt eigentlich auf die Dauer fast kein Arbeiter ohne eine Verletzung. Doch sind die Verletzungen sehr verschieden, je nachdem sie durch festen oder flüssigen oder dampfförmigen Clark hervorgerufen werden. Längere Arbeitsunfähigkeit entsteht eigentlich in hygienisch gut geleiteten Betrieben (Lüftung durch Ventilatoren, Spezialkleidung usw.) nur durch die Einwirkung von Clarkdämpfen. Denn bei der Einwirkung von festem oder flüssigem Clark braucht der Verletzte bei sofortiger sorgfältiger Behandlung höchstens einige Tage arbeitsunfähig zu sein.

3. Hilfe und Heilung bei Clarkschädigungen

Wie helfe ich mir selbst?

Trotzdem Clark I als fester und flüssiger Stoff uns durchaus schädigen könnte, kommt für uns p r a k t i s c h eigentlich nur eine Schädigung des dampfförmigen Clarks (zum Beispiel durch Verschießen in Brisanzgranaten usw.) in Frage. Die Schädigung durch festen und flüssigen Clark spielt hauptsächlich für Arbeiter in Füllbetrieben usw. eine Rolle. Diese Arbeiter müssen sich noch besonders schützen durch Spezialkleidungen (vgl. Abb. 20 und 21).

Gegen die Einatmung des gasförmigen Clarks sind Gasmasken mit „Schnappdeckel" ein sicherer und vollkommener Schutz. Sollte unsere Haut durch Zufall mit Clark selbst bespritzt sein, dann den Clark abtupfen mit einem Lappen und die Haut tüchtig mit Chlorkalk abreiben.

Im übrigen schnell heraus aus clarkverseuchter Luft und clarkverseuchten Räumen! Kleider besonders dann wechseln, wenn wir uns in Räumen befanden, die stark mit dampfförmigem Clark durchsetzt waren, weil der durch die Kleider dringende oder sich zwischen den Kleidern und der Haut entwickelnde Clarkdunst ernste Schädigungen verursachen kann.

Bei Reizungen des Rachens: Gurgeln mit Kochsalzlösungen; bei Brechreiz und Brennen der Speiseröhre: einige Schluck Cognac.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Wichtig für alle Rettungsmannschaften (Sanitätskolonnen, Polizei, Feuerwehr usw.): Nur Gasmasken mit „Schnappdeckel" oder noch besser Gasmasken mit Filterbüchsen tragen (vgl. Abb. 12). Verletzte schnellstens aus den gefährdeten Betrieben und aus gefährdeter Gegend herausschaffen in die frische Luft, und in ernsten Fällen die Kleider wechseln. Denn der Clarkdunst, der sich zwischen Kleidung und Haut entwickelt, ruft oft schwere Schädigungen hervor, ohne daß ein besonderes Schmerzgefühl vorhanden sein muß. Nahrungsmittel, Milch, Wasser usw. — auch wenn sie aufgekocht werden — müssen, wenn sie mit Clark in Berührung gekommen sind, vernichtet werden (Gefahr der Arsenvergiftung!).

Wichtig für Sanitätsmannschaften: Ist Clark auf die Haut (Hände, Gesicht usw.) gekommen, ihn mit einem Lappen entfernen, dann die geschädigten Hautstellen mit Chlorkalk abreiben und eventuell abwaschen mit 3prozentiger Wasserstoffsuperoxydlösung oder alkoholischem Ammoniak (20 ccm konz. Ammoniak auf 1 Liter 96prozentigen Alkohol).

Ist dampfförmiger Clark durch die Kleider durchgedrungen, dann die geschädigte Haut intensiv einreiben mit alkoholischem Ammoniak und zweimal halbstündlich mit Leinöl einreiben und mit Leinöl verbinden. Ist kein Leinöl vorhanden, dann genügt zur Not auch Zink- oder Ichthyolsalbe.

Klagt der Kranke über heftige Brustschmerzen (Zeichen schwerer Vergiftung!), dann vollkommene körperliche Ruhe, eventuell Sauerstoff geben, schonender Transport zum Krankenhaus. Keine künstliche Atmung.

Gegen Schmerzen gibt man 1 bis 2 Veramon- oder Compraltabletten.

Wie hilft der Arzt?

Die durch Clark geschädigte Haut wird abgerieben mit Chlorkalk und hinterher abgewaschen mit 3prozentiger Wasserstoffsuperoxyd-

lösung und alkoholischem Ammoniak, dann zweimal halbstündlich mit Leinöl eingerieben und verbunden.

Gegen die juckende Entzündung der Haut: Percainalsalbe cum Menthol (Ciba AG., Berlin), Yperitsalbe I („Desitin"-Werk Carl Klinke, Hamburg), auch Mitigal. Um die häufig wiederkehrenden Anschwellungen der Haut zu hemmen, kann man Atophan, Kalzium lacticum und zur Not Aspirin geben (je 3- bis 4mal täglich 1 Tablette).

Die regelrechten Hautschädigungen mit Blasenbildungen behandelt man wie Lewisitblasen, also steril anstechen, Blasenhaut erhalten, verbinden abwechselnd mit Vaseline alb., Yperitsalbe I, später abwechselnd mit Yperitsalbe II, Combustin, Scharlachrot, Granugenol usw.; Wundflächen stets überrieseln mit Wasserstoffsuperoxyd. Clarkblasen zeigen im allgemeinen gute Heilungstendenz.

Gegen die Schmerzen: Antineuralgica (Veramon, Compral), eventuell auch eine Morphinspritze.

Ist Clark direkt ins Auge gespritzt, dann die Augen mit einer 0,25prozentigen Sodalösung wiederholt auswaschen und die Augen mit dieser Lösung 1½ bis 2 Stunden kühlen und immer wieder auswaschen. Die stark auftretenden Schmerzen, die oft sehr lange anhalten, lindert man am besten durch

Rp.	Pantocain	0,1
	Acid. borici	0,3
	Aq. dest.	10,0
	D. S. Zur Anaesthesierung des Auges.	

Bei Hornhautschädigungen gibt man:

Rp.	Pantocain	0,1
	Atropin. sulfur.	0,05
	Jodoform	0,25
	Vasel. am. alb. ad	10,0
	M. f. ungt. D. S. Zum Einstreichen.	

Gegen die Bindehautentzündung bewährt sich Auswaschen mit einer 0,25prozentigen Sodalösung, dann Einstreichen einer alkalischen Augensalbe (vgl. S. 95). Die Augen müssen gegen Licht und Wind geschützt werden.

Zur Beseitigung leichter Reizungen der Schleimhäute der Nase und der Atmungsorgane genügt die Einatmung des Dunstes einer wässerigen Ammoniaklösung oder auch die Einatmung der Dämpfe folgender Mischung:

Alkohol	40,0
Chloroform	40,0
Aether	20,0
Ammoniak	5,0

Gegen das Brennen im Rachen Mentholglyzerin; während das Brennen in der Speiseröhre und auch die Magenbeschwerden fast augenblicklich durch einige Schluck Cognac behoben werden können.

Wenn die Brustbeschwerden nach der Einatmung von Clarkdämpfen länger als 1 bis 2 Stunden anhalten, so ist an eine stärkere Schädigung der Lungen zu denken, die die gleichen Vorsichts- und Behandlungsmaßnahmen erfordert, wie zum Beispiel eine Phosgenvergiftung, das heißt also vollkommene körperliche Ruhe, Einatmung von Sauerstoff, Herzmittel, Aderlaß (300 bis 500 ccm).

Der Herzschwäche ist ganz besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden (½ ccm Strophanthin intravenös, dann Digitalispräparate, Campher, Cardiazol geben).

Magen-, Darmentzündungen und eventuell eintretende Bronchopneumonien werden wie üblich behandelt.

Wenn nach Schädigungen durch Clarkdünste immer wieder Anschwellungen der Haut auftreten, dann nimmt man die Arbeiter am besten aus den Betrieben heraus und wartet so lange, bis der Körper den eingedrungenen Giftstoff wieder ausgeschieden hat.

Menschen, die eine abnorme Ueberempfindlichkeit gegen geringste Spuren von Clark zeigen (Idiosynkrasie), dürfen in Clarkbetrieben nicht arbeiten.

Räume, in denen mit Clark gearbeitet wird, müssen eine sehr gute Ventilation haben. Es muß peinlichste Sauberkeit herrschen, es müssen überall Eimer, die mit Chlorkalk gefüllt sind, stehen. Die Arbeiter sollen nach Möglichkeit in Kitteln arbeiten, zum Beispiel aus Segeltuch, die am Halse und an den Handwurzeln geschlossen sind. Wenn keine Gasmasken, zum Beispiel beim Arbeiten im Freien mit festem Clark getragen werden, dann müssen die Augen unbedingt durch Schutzbrillen geschützt werden.

B. Diphenylarsincyanid — Clark II

$(C_6H_5)_2As \cdot CN$.

Das Diphenylarsincyanid ist eine farblose, kristallinische Masse, die entfernt nach Knoblauch wie auch nach Blausäure riecht. Ihr spezifisches Gewicht ist 1,45. Sie schmilzt bei 31,45°. Im Gegensatz zu Clark I wird diese chemische Verbindung durch Wasser nur sehr langsam zersetzt. Die Flüchtigkeit des Clark II ist ebenfalls geringer als die des Clark I und beträgt bei 20° nur 0,1 mg im Kubikmeter Luft. In den meisten organischen Lösungsmitteln (wie Benzol, Alkohol usw.) löst sich Clark II auf.

Das Diphenylarsincyanid ist von allen Kampfstoffen der am wenigsten flüchtige Stoff (vgl. Abb. 4). Darum mußte er im Kriege, wenn er voll zur Wirkung gebracht werden sollte, durch eine starke Sprengladung im Geschoß künstlich verstäubt und vernebelt werden. Der bei der Abkühlung entstehende ultramikroskopisch feine Staub dringt, ebenso wie

der von Clark I, durch die gewöhnlichen Gasmasken durch, wenn sie nicht noch besonders („Schnappdeckel") gesichert werden.

Die Wirkung des Diphenylarsincyanids auf den Menschen entspricht ungefähr der des Diphenylarsinchlorids, nur ist die Reizwirkung dieses Stoffes erheblich stärker und hält bedeutend länger an.

Clark II ist der stärkste Reizstoff vom Blaukreuztyp. Wenn 0,005 mg im Kubikmeter Luft vorhanden sind, ist der Geruch schon bemerkbar. Zunächst macht sich sofort ein Nasenreiz bemerkbar, dann Rachenreiz, Kopfdruck, Ohrenschmerzen, Zahn- und Kieferschmerzen, heftiges Niesen. Die Unerträglichkeitsgrenze liegt bei 0,25 mg im Kubikmeter Luft.

Hilfe und Heilung: Wie bei Clark I.

C. Adamsit

$HN(C_6H_4)_2As \cdot Cl.$

Diphenylaminarsinchlorid (Dibenzodihydroarsazinchlorid).

Dieser Kampfstoff wird nach dem amerikanischen Chemiker Adams, der ihn 1918 gefunden hat, „Adamsit" genannt. Doch tatsächlich ist diese Verbindung bereits 1915 in Deutschland bekannt gewesen.

Adamsit ist eine kanariengelbe, kristallinische Masse (vgl. Abb. 4), die bei 195° schmilzt und bei 410° siedet.

Diese Verbindung hat hinsichtlich der Reizwirkung wie auch der Zusammensetzung sehr viel Aehnlichkeit mit Clark I, sie unterscheidet sich aber von Clark I wesentlich darin, daß sie in den üblichen organischen Lösungsmitteln (Benzol usw.) wenig löslich ist. Da sie selbst in Phosgen nicht aufgelöst wird, kann man keine flüssigen Kampfstofflösungen daraus herstellen.

Genau wie Clark I läßt sich Adamsit durch Erhitzen und rasche Abkühlung seines Dampfes in einen sehr feinen Staub verwandeln, der durch die gewöhnlichen Gasmaskeneinsätze durchdringt.

Dieser Kampfstoff ist im letzten Kriege noch nicht verwandt worden.

Adamsit wirkt ähnlich wie Clark I, das heißt die Wirkung ist, wenn man bald in frische Luft kommt, nur von beschränkter Dauer und hinterläßt keine weiteren Schädigungen.

Hilfe und Heilung: Wie bei Clark I.

D. Aethylarsindichlorid — Dick

$C_2H_5 \cdot As\,Cl_2.$

Bereits im Jahre 1881 beschreibt der Chemiker La Coste die Gefährlichkeit dieses Stoffes: „reizt die Schleimhaut der Augen und Nase

sehr heftig, bringt auf der Haut schmerzhafte Brandblasen hervor und ist für den Arbeiter sehr gefährlich, da seine Dämpfe Atemnot, Ohnmacht und lange andauernde Lähmung und Gefühllosigkeit der Extremitäten bewirken."[1]

Dick wurde im letzten Kriege wohl als Kampfstoff verwandt, aber meistens in Mischungen mit andern Kampfstoffen. Da er viele Eigenschaften der Blaukreuzkampfstoffe hat (starke Reizwirkung auf Schleimhäute und Haut), kann man ihn zu dieser Gruppe rechnen; er ist aber zugleich auch ein Zellgift, ähnlich wie die Gelbkreuzkampfstoffe (Blasenbildungen). Dieser Kampfstoff wurde zum Beispiel von deutscher Seite in Mischung mit Dichlormethylaether als Gelbkreuz 1- oder Grünkreuz 3-Kampfstoff verschossen[2]. Es war aber keine Abwehrmunition wie Gelbkreuz, sondern eine Angriffsmunition wie Grünkreuz; daher hieß diese Munition später auch Grünkreuz 3.

Aethylarsindichlorid ist eine wasserhelle Flüssigkeit, die bei 145 bis 150° siedet und ein spezifisches Gewicht von 1,68 besitzt; sie löst sich leicht in organischen Flüssigkeiten (Benzol usw.) auf, schwerer in Wasser. Sie hat einen etwas obstartigen Geruch.

Die Reizwirkung ist sehr groß, die Unerträglichkeitsgrenze liegt bei 5 bis 10 cmm im Kubikmeter Luft. Bei Konzentration von 20 cmm im Kubikmeter treten Beklemmungen auf der Brust mit starker Atemnot auf. Der Dampf von Aethylarsindichlorid erzeugt Rötung und Entzündung, die Flüssigkeit selbst ruft auf der Haut Blasenbildung hervor, ähnlich wie Lewisit; wie überhaupt die Wirkung auf die Haut und auch die Dauer der Abheilung der Blasen (vgl. graphische Darstellung S. 111) große Aehnlichkeit mit Lewisit hat. Sehr charakteristisch ist die Wirkung des Aethylarsindichlorids auf die Fingernägel. Es entstehen hier außerordentlich schmerzhafte Entzündungen des Nagelbettes, so daß Arbeiter in Betrieben, in denen mit diesem Stoff gearbeitet wird, häufig längere Zeit aussetzen müssen wegen schwerer Nervenentzündung des Nagelbettes.

Hilfe und Heilung: Wie bei Clark I, also Ruhe, frische Luft, Kleiderwechsel, Gurgeln mit Kochsalzlösung, Einatmung von Ammoniakdämpfen. Die Blasen auf der Haut werden behandelt wie die Lewisitblasen und Dichloraethylsulfidblasen leichteren Grades.

[1] Meyer, Julius: a. a. O. S. 415.
[2] Hanslian, Rudolf: a. a. O. S. 59 ff.

8. Kapitel

Augenreizstoffe[1]

A. Bromaceton

$BrCH_2 \cdot CO \cdot CH_3$.

Bromaceton wurde zum ersten Male 1863 von Linnemann dargestellt. Von deutscher Seite wurde Bromaceton kurze Zeit im Jahre 1915 unter der Bezeichnung B-Stoff als Augenreizstoff verschossen. Aber wir ließen bald davon ab, da man sich durch dichtanschließende Brillen leicht gegen seine Einwirkung schützen kann. Dafür wurde und wird diese chemische Verbindung gern benutzt zur Prüfung des Sitzes von Gasschutzgeräten, indem man Menschen mit aufgesetzter Gasmaske in Räume führt, in die Bromacetondämpfe geleitet werden. Wegen der großen Reizwirkung des Bromacetons auf die Augen können undichte Stellen der Gasschutzmaske leicht festgestellt werden.

Bromaceton ist eine wasserhelle Flüssigkeit (vgl. Abb. 5) vom spezifischen Gewicht 1,6; der Siedepunkt liegt bei 136,5°, der Schmelzpunkt bei —54°; es ist wenig löslich in Wasser, leicht löslich in organischen Flüssigkeiten, wie Alkohol usw.; in geschlossenen Gefäßen wird es, sogar unter Ausschluß von Licht und Luft, durch Abspaltung von Bromwasserstoff bald dunkel.

Bromaceton ist ein sehr starker Augenreizstoff. 30 cmm im Kubikmeter Luft genügen, um dem Menschen darin den Aufenthalt unerträglich zu machen. In einer solchen Atmosphäre schließt der Mensch schnell die Augen, um sich vor weiterer Reizung zu schützen.

B. Brommethylaethylketon

$CH_2Br \cdot CO \cdot C_2H_5$.

Dieser Stoff wurde kurze Zeit im Jahre 1915 als Bn-Stoff von deutscher Seite verschossen.

Er wird dargestellt durch Bromierung von Methylaethylketon.

Brommethylaethylketon ist eine farblose Flüssigkeit, die bei 145 bis 146° siedet; sie ist unlöslich in Wasser.

Diese chemische Verbindung ist ein verhältnismäßig flüchtiger Reizstoff, der stark auf die Augen wirkt.

Aehnlich wirken:

Bromessigsäureester (-methylester und -aethylester) und Jodessigsäureaethylester.

---

[1] Für alle Augenreizstoffe sind die Hilfe- und Heilmaßnahmen kurz am Schluß dieses Kapitels zusammengestellt.

C. Brombenzylcyanid

$C_6H_5 \cdot CH \cdot Br \cdot CN.$

Diese Verbindung wurde im Kriege noch nicht benutzt. Sie gilt von allen Augenreizstoffen als der Stoff, der am heftigsten auf die Augen wirkt.

Das Handelsprodukt ist eine ölige, dunkelbraune Flüssigkeit (vgl. Abb. 5) vom Siedepunkt 232°, Schmelzpunkt 29° und vom spezifischen Gewicht 1,54. Diese Verbindung soll als Einatmungsgift giftiger als Chlor sein. Die Reizwirkung auf die Augen ist so stark, daß 0,0003 mg im Liter Luft genügen, um die Augen zum Tränen zu bringen.

Durch Wasser wird sie nicht zersetzt, dagegen langsam durch Natronlauge und sehr schnell durch eine alkoholische Natriumhydroxydlösung.

Da Brombenzylcyanid sehr wenig flüchtig ist, so kann es noch nach 30 Tagen, wenn es im Gelände verschossen wird, eine Reizwirkung auf die Augen ausüben. Wegen dieser Dauerwirkung eignet sich dieser Stoff auch nicht für polizeiliche Zwecke (zum Beispiel bei Volksunruhen. zur Unschädlichmachung von Verbrechern, zur Zerstreuung von Volksansammlungen usw.).

Aehnlich wie Brombenzylcyanid wirken auf die Augen:

Benzylchlorid (farblose Flüssigkeit, Siedepunkt 175°, Gefrierpunkt —43° und spezifisches Gewicht 1,11, Unerträglichkeitsgrenze bei 85 mg im Kubikmeter Luft, ziemlich widerstandsfähig gegen Wasser), Benzylbromid (wasserhelle Flüssigkeit, Siedepunkt 198°, Gefrierpunkt — 39°, spezifisches Gewicht 1,44, wirkt auf die Augen stärker als Benzylchlorid, die Unerträglichkeitsgrenze liegt bei 35 bis 40 cmm im Kubikmeter Luft, es genügen 0,004 mg im Liter Luft, um die Augen zum Tränen zu bringen).

Noch besonders zu erwähnen wären hier die bromierten Xylole (Gemenge von Xylolbromiden und Xylylenbromiden), die 1915 im Weltkriege unter dem Namen T-Stoffe von uns Deutschen verschossen wurden:

Wasserhelle, ölige Flüssigkeiten, deren Siedepunkte zwischen 216° und 220° liegen und deren spezifische Gewichte bei 1,4 sind. Ebenfalls starke Augenreizstoffe: 0,0018 mg im Liter Luft genügen, um die Augen zum Tränen zu reizen; die Unerträglichkeitsgrenze beträgt 0,015 mg im Liter; das Tödlichkeitsprodukt ist $c \cdot t = 6000$. Die bromierten Xylole sind also schon zu den schweren Giften — ganz abgesehen von ihrer Reizwirkung auf die Augen — zu rechnen.

D. Chloracetophenon

$C_6H_5 \cdot CO \cdot CH_2Cl$.

Chloracetophenon wurde bereits 1869 von C. Graebe entdeckt. Diese Verbindung ist im letzten Kriege von amerikanischer Seite schon als Kampfstoff vorgeschlagen worden, aber sie kam nicht mehr zur Verwendung. Im Auslande wird sie zu Polizeizwecken als „Tränengas" benutzt.

Chloracetophenon ist eine farblose, kristallinische Masse (vgl. Abb. 5) vom spezifischen Gewicht 1,324, die zwischen 58 und 59° schmilzt und bei 244 bis 245° siedet; sie ist fast unlöslich in Wasser, löslich dagegen in organischen Lösungsmitteln, wie Alkohol, Aether usw.

Chloracetophenon wirkt ähnlich stark reizend auf die Augen wie Brombenzylcyanid. Es genügen 0,0003 mg Chloracetophenon im Liter Luft, um die Augen zum Tränen zu bringen. Chloracetophenon ruft auf der Haut ein sehr starkes Brennen hervor; die verletzten Hautstellen werden schnell dunkelbraun verfärbt. Zarte Hautstellen sind ganz besonders empfindlich. Wenn Chloracetophenon ins Auge kommt, gibt es schmerzhafte Entzündungen, die sehr langsam heilen.

Diese chemische Verbindung ist sehr schwer flüchtig; außerdem verdampft sie nicht freiwillig; am besten bringt man sie zur Wirkung mit Hilfe von abbrennenden Raketen.

Zu erwähnen wäre noch:

Chloraceton (wasserhelle Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 1,16, die bei 119° siedet; wenig löslich in Wasser und in organischen Flüssigkeiten, wie Alkohol, Aether, Chloroform usw. Die Augen werden gereizt, wenn 0,018 mg im Liter Luft sind, die Unerträglichkeitsgrenze liegt bei 100 mg im Kubikmeter Luft).

Chloraceton ist zugleich sehr giftig; das Habersche Tödlichkeitsprodukt beträgt $c \cdot t = 3000$. Aber der Mensch kommt meistens nicht zur Einatmung der giftigen Dosis, da schon 18 mg im Kubikmeter Luft genügen, um ihm den Aufenthalt unerträglich zu machen. Es müßten schon 3000 mg im Kubikmeter Luft enthalten sein, um ihn nach dem Einatmen in einer Minute zu töten.

Ein Gemenge von 80 % Bromaceton und 20 % Chloraceton wurde gern von den Franzosen unter der Bezeichnung „Martonit" verschossen.

Hilfe und Heilung bei Schädigungen durch Augenreizstoffe

Gegen alle Augenreizstoffe schützen unsere Gasmasken.

Zum Schutz der Augen würden festanliegende Brillen genügen; da aber die Einatmung größerer Mengen von Augenreizstoffen Lungen-

schädigungen (Oedem usw.) hervorrufen kann, ist es besser, Gasmasken (Masken mit Atemfilter) zu tragen, denn dann ist man vollkommen geschützt.

H i l f e :

Schnellste Entfernung aus der gasverseuchten Luft. In reiner Luft verschwinden die Reizwirkungen bald. Bei manchen Augenreizstoffen, besonders bei Chloracetophenon, kommt es allerdings zu Sehstörungen, die bis zu 24 Stunden anhalten.

Wichtig ist, d i e A u g e n n i c h t z u r e i b e n. Das Einstreichen einer alkalischen Augensalbe (vgl. S. 95) ist oft von Wert.

Entzündete Hautstellen mit indifferenten Salben (amerikanischer Vaseline, Yperitsalbe I) behandeln, Zeug wechseln. Aus dem Zeug können die Augenreizstoffe meistens schon durch Lüften entfernt werden. Bei Einatmung großer Mengen von Augenreizstoffen (Gefahr ernster Lungenschädigungen mit Lungenödem) völlige körperliche Ruhe. Herzmittel, Sauerstoff, eventuell kleiner Aderlaß (also genau wie bei einer Phosgenvergiftung).

*

Damit verlassen wir die eigentlichen chemischen Kampfstoffe und wenden uns den chemischen Substanzen zu, die uns im täglichen Leben umgeben oder die in chemisch-technischen Betrieben von besonderer Bedeutung für uns Menschen sind.

Wir sind uns dabei bewußt, daß zum Beispiel die Blausäure oder das Chlor und auch noch manche anderen chemischen Verbindungen im Kriege als Kampfstoffe benutzt worden sind. Chlor hätte sogar bei den Kampfstoffen eine bevorzugte Behandlung verdient; denn es gibt kaum einen chemischen Kampfstoff, in dem nicht Chlor vorhanden wäre. Sogar der erste große Erfolg („der schwarze Tag von Ypern" vgl. S. 24) wurde mit Chlor erzielt. Aber Chlor ist durch wirksamere Kampfstoffe ganz in den Hintergrund gedrängt worden; ganz abgesehen davon, daß man sich leicht mit unsern Gasmasken gegen Chlor schützen kann. Die Blausäure wurde von den Franzosen im Kriege sehr viel verschossen, aber wirksame Konzentrationen konnten im Freien so wenig erreicht werden, daß wir Deutschen kaum Verluste durch Blausäure gehabt haben. Die Bedeutung der Blausäure liegt vielmehr in der Schädlingsbekämpfung, und darum möchte ich die Blausäure bei den Gasen behandeln, die uns im täglichen Leben umgeben.

9. Kapitel

Giftgase des täglichen Lebens

A. Kohlenoxyd CO

Eigenschaften und Vorkommen.

Von allen Gasen, die es gibt, hat wohl Kohlenoxyd im Laufe der Menschheitsgeschichte die meisten Opfer gefordert. Es hat den Urmenschen in seiner Höhle dahingerafft, wie es noch heute täglich den Kulturmenschen in seiner modernen Wohnung bedroht und tötet.

Denn überall da, wo Feuer ist, kann Kohlenoxyd entstehen. Das Produkt vollkommener Verbrennung ist die verhältnismäßig harmlose Kohlensäure (CO_2); das Produkt unvollkommener Verbrennung, das zum Beispiel infolge mangelnder Luftzufuhr entsteht, ist das sehr giftige Kohlenoxyd (CO). Es ist ein sehr gefährliches Gas. Es fehlen ihm alle warnenden Zeichen: es ist farblos, geruchlos und geschmacklos. Im Geruch erinnert es allerdings ganz entfernt an Knoblauch.

Kohlenoxyd ist leichter als Luft (spezifisches Gewicht 0,967). Erst bei einer Temperatur von — 190° und bei hohem Druck läßt es sich verflüssigen. Man kann dann Kohlenoxyd in Stahlflaschen füllen; diese Kohlenoxydflaschen haben einen Druck von 100 Atm. Kohlenoxyd löst sich in Wasser bei 15°.

Man stellt es am einfachsten her, indem man Kohlensäure (Kohlendioxyd, CO_2) über erhitzte Kohle leitet. In großen Mengen entsteht Kohlenoxyd, wenn Verbrennungen unter ungenügender Luftzufuhr erfolgen. Diese Möglichkeiten sind außerordentlich zahlreich, zum Beispiel bei Undichtigkeiten von Oefen, bei Gasbrennern, die nicht vollständig brennen, bei Undichtigkeiten in der Gasleitung usw. Sehr viel Kohlenoxyd enthalten auch die Auspuffgase unserer Automobile. Besonders groß sind die Gefahrenquellen in der Industrie, zum Beispiel bei der Herstellung des Leuchtgases und der Herstellung von Koks und Holzkohle. Große Mengen Kohlenoxyd enthalten die sogenannten „Gichtgase" unserer Hochöfen.

Ferner entwickelt sich viel Kohlenoxyd bei Explosionen und bei Sprengarbeiten in Steinbrüchen, Bergwerken usw. Im Kriege sind immer große Verluste durch Kohlenoxyd zu beklagen, wenn Volltreffer in einen Unterstand oder in geschlossene Räume schlagen.

Die Möglichkeiten einer Kohlenoxydvergiftung sind so zahlreich, daß wir sie hier nur andeuten können. Im täglichen Leben kommen die meisten Kohlenoxydvergiftungen bei Undichtigkeiten der Gasleitungen

in Schlafräumen vor, weil das geruchlose Kohlenoxyd den Schlafenden nicht warnt. Besonders zu erwähnen ist die große Gefahr der Kohlenoxydvergiftung in den Geschütztürmen der Kriegsschiffe, aus denen der Pulverdampf nicht abziehen kann.

Das Wesen der Kohlenoxydvergiftung.

Kohlenoxyd besitzt eine stärkere Anziehungskraft (Affinität) zum Blutfarbstoff (Hämoglobin), als sie der Sauerstoff besitzt. Der Blutfarbstoff unseres Blutes ist der Träger des Sauerstoffes. Bei einer Kohlenoxydvergiftung verdrängt das Kohlenoxyd den Sauerstoff aus dem Blutfarbstoff (Hämoglobin). Die Reaktion zwischen Sauerstoff, Kohlenoxyd und Hämoglobin ist reversibel nach folgender Gleichung (Hb = Hämoglobin):

$$HbO_2 + CO \rightleftharpoons COHb + O_2$$

Der Sauerstoff vermag also, wenn er in genügend großen Mengen vorhanden ist, das Kohlenoxyd wieder aus dem Hämoglobin zu verdrängen. Das Kohlenoxyd lagert sich gewissermaßen nur an das Hämoglobin des Blutes an unter Verdrängung des Sauerstoffes. Dadurch wird Kohlenoxydhämoglobin gebildet. Das Hämoglobin leidet dabei so gut wie gar nicht.

Die roten Blutkörperchen, mit deren Hämoglobin sich Kohlenoxyd verbunden hat, werden also, abgesehen von der Anlagerung, nicht geschädigt. Sie können ohne weiteres ihre Funktion als Sauerstoffträger wieder ausüben, wenn den Lungen genügend Sauerstoff zur Verfügung steht. Aber Kohlenoxyd verläßt das Hämoglobin nicht freiwillig, sondern es muß durch Druck oder Massenwirkung vom Sauerstoff verdrängt werden. Irgendeine Umwandlung des Kohlenoxyds, etwa zu Kohlendioxyd, findet nicht statt.

Die Vorbedingung einer Kohlenoxydvergiftung ist also das Vorhandensein von Hämoglobin im Blut. Darum werden Tiere, die kein Hämoglobin haben, wie zum Beispiel Insekten, durch Kohlenoxyd nicht geschädigt. Und darum eignet sich Kohlenoxyd auch nicht als Insektenvertilgungsmittel. Die Giftwirkung des Kohlenoxyds beruht — um es zu wiederholen — auf einer Verdrängung des Sauerstoffes aus dem Hämoglobin; es tritt dadurch ein Sauerstoffmangel im arteriellen Blut auf (sogenannte Anoxämie), die Folge ist dann Erstickung (Asphyxie) und Tod.

Das Krankheitsbild einer Kohlenoxydvergiftung.

Das giftempfindlichste Organ des Körpers ist das Gehirn. Darum kommen auch die ersten Anzeichen einer Vergiftung vom Zentralnervensystem aus: der Kopf wird schwer, die Augen flimmern, es tritt Schwindel, Ohrensausen, Zittern auf; der Puls schlägt heftig. Das Bewußtsein ist zunächst noch erhalten; aber es tritt ein Zustand der Willenlosigkeit ein. Gewisse Hemmungen werden ausgeschaltet; der Mensch wird schlaff, fühlt sich allerdings subjektiv oft sehr wohl. Darum erkennt er auch nicht die Gefahr, in der er schwebt und versäumt sehr leicht die Ret-

tung. Das Ausschalten mancher Hemmungen und das Gefühl des Wohlbefindens verändern manche Menschen in ihrem Wesen: sie neigen oft zu Scherzen und Witzen und auch zu Inkorrektheiten (Disziplinlosigkeit!). Allmählich wird das Bewußtsein bei weiterer Einwirkung getrübt; alle Glieder, besonders die Beine, werden schwer, der Mensch wird schläfrig, und bald tritt Bewußtlosigkeit ein mit Erbrechen, und — infolge der Lähmungserscheinungen — entleeren sich häufig auch Harn und Kot. Dieser Zustand ist nicht selten mit Krämpfen verbunden. Es tritt eine schwere Atemnot auf, die Atmung wird unregelmäßig und schließlich steht sie still; nur — und das ist charakteristisch — das Herz schlägt zunächst weiter. Bei einer Kohlenoxydvergiftung haben wir also die typischen Zeichen eines Scheintodes.

Atmet der Mensch von Anfang an große Mengen Kohlenoxyd ein, dann wird er sofort bewußtlos.

Wird der Mensch gerettet, dann fehlt ihm häufig die Erinnerung an den Unfall, wie überhaupt das Gedächtnis stark leidet.

Wenn wirklich ein echter Atemstillstand eingetreten ist, dann sind die Wiederbelebungsversuche so gut wie aussichtslos; das muß man sich bei Massenvergiftungen merken, damit man nicht unnötig Zeit mit aussichtslosen Fällen verliert. Was wirklich aussichtslose Fälle sind, hat nur der Arzt auf Grund sicherer Todeszeichen zu entscheiden (Totenstarre, glanzlose, reaktionslose Augen, Totenflecke an den abhängigen Körperstellen, besonders also meistens am Rücken).

Eine Kohlenoxydvergiftung ist oft nicht leicht festzustellen, da viele andere Gifte, wie Morphium, Methylalkohol, Schlafmittel, die gleichen Symptome hervorrufen. Vollkommen gesichert ist die Diagnose, wenn Kohlenoxydhämoglobin im Blut nachgewiesen werden kann.

Verhütung und Nachweis.

Die meisten Kohlenoxydvergiftungen ließen sich verhüten bei einiger Aufmerksamkeit, Ueberlegung und Vorsicht. So dürften grundsätzlich keine Gasleitungen in Schlafzimmern angelegt werden, undichte Oefen und Rohrleitungen müßten genau geprüft, Gasbrenner richtig eingestellt werden. Vor allen Dingen müssen alle Räume, in denen Kohlenoxyd entstehen kann, dauernd gut — nach Möglichkeit automatisch — gelüftet werden.

Es gibt viele Methoden und Apparate, um Kohlenoxyd nachzuweisen; aber eine Methode, die jedem Laien den Nachweis von Kohlenoxyd ohne weiteres ermöglicht, gibt es noch nicht. Erwähnen möchte ich hier die wirklich guten Dräger-CO-Messer.

Außerordentlich empfindlich gegen Kohlenoxyd sind zum Beispiel Kanarienvögel und Mäuse. Darum ist es seit langem eine beliebte Methode, Kohlenoxyd in Räumen nachzuweisen, indem man Kanarienvögel oder Mäuse in sie hineinbringt.

Hilfe und Heilung.

Wie helfe ich mir selbst?

Das Wichtigste ist zunächst, daß jeder die Gefahrenquellen der Kohlenoxydvergiftung in seiner Wohnung kennt, und das sind: undichte Oefen, Gashähne usw.

Ist in einem Raum Kohlenoxyd, dann schnellstens Türen und Fenster öffnen, wie überhaupt bei rauchenden Oefen immer die Fenster geöffnet sein sollten.

Wird einem der Kopf schwer und beginnen die Augen zu flimmern, dann schnellstens nach draußen an die frische Luft.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Unverzüglich den Kranken an die frische Luft bringen, damit der Sauerstoff der Luft in Massen auf ihn einwirken kann! Dann künstliche Atmung und Sauerstoffzufuhr, nach Möglichkeit mit 5 % Kohlendioxyd. Bei Kohlenoxydvergiftung bewährt sich ausgezeichnet der „Pulmotor" des Dräger-Werkes, Lübeck (vgl. Abb. 22 und 23). Mit der künstlichen Beatmung unbedingt beginnen, wenn die Atmung stockend wird oder gar stillzustehen droht.

Die Kranken ruhig lagern! Beim Transport der Kranken im Krankenauto muß unbedingt eine sachkundige Begleitung mitfahren. Da häufig Krämpfe zu befürchten sind, müssen die Kranken evtl. vorsichtig, aber fest angeschnallt werden! Die Kranken warm einpacken, da sonst durch Abkühlung des Körpers Lungenerkrankungen (Lungenentzündungen usw.) begünstigt werden.

Wie hilft der Arzt?

Seine vornehmste Aufgabe ist, darauf zu achten, daß Sauerstoff zugeführt und die künstliche Beatmung sachgemäß durchgeführt wird.

Bei drohendem Atemstillstand: intravenös 3—5 mg Lobelin; bei Herzschwäche: Strophanthin ½ ccm, intravenös, wie überhaupt das Herz gestützt werden muß durch Cardiazol, Campher, Coffein.

Wenn die Bewußtlosigkeit trotz Sauerstoffzufuhr und trotz künstlicher Atmung stundenlang anhält, dann evtl. einen kleinen Aderlaß machen; aber immer bedenken, daß hierdurch auch lebensrettendes Oxyhämoglobin mitentnommen wird. Besser als ein Aderlaß ist häufig eine Bluttransfusion, die aber nur im Krankenhaus durchgeführt werden sollte.

Bei Kohlenoxydvergiftung entsteht oft auch eine Acidose; hiergegen hat sich eine intravenöse Infusion von 3 % Natriumbicarbonat (bis zu einem Liter) bewährt.

Sind die Erregungszustände stark, dann höchstens eine leichte Aethernarkose geben, aber kein Morphium, Scopolamin oder sonstige Narkotika; auch vor Alkohol ist zu warnen.

In der Nachbehandlung ist körperliche und geistige Ruhe von hohem Wert.

Es gibt auch chronische Kohlenoxydvergiftungen, besonders in unhygienischen Plättstuben. Beste Therapie: Entfernung des Kranken aus der Umgebung und Ausspannung.

Jede akute oder chronische Kohlenoxydvergiftung in gewerblichen Betrieben ist meldepflichtig.

B. Kohlensäure (Kohlendioxyd)

CO_2

Eigenschaften und Vorkommen.

Kohlendioxyd ist ein farbloses Gas von säuerlichem Geruch und Geschmack. Es ist schwerer als Luft (spezifisches Gewicht 1,5); wegen seines hohen spezifischen Gewichtes sammelt es sich am Boden an, was wir beim Betreten von Gärkellern, Silos usw. beachten müssen.

Kohlendioxyd läßt sich unter Druck verflüssigen. Dieses Gas ist zu etwa 0,3—0,4 % in der atmosphärischen Luft; ferner finden wir es in den Kohlensäuresprudeln, in Bergwerken, in Vulkangasen. Es entsteht bei allen Fäulnis- und Verwesungsprozessen.

Wo können wir uns vergiften?

Sehr bekannt sind die Kohlendioxydeinbrüche in Kohlenbergwerken (sogenannte „schwere Wetter"), wie wir sie noch in letzter Zeit in Neurode hatten, oder in Kaligruben (sogenannte „Bläser").

Häufig ist die Möglichkeit einer Kohlensäurevergiftung in der Mineralwasserindustrie, im Gärungsgewerbe und bei allen Gärungsprozessen, zum Beispiel in den sogenannten Silos landwirtschaftlicher Betriebe.

Das Bild der Kohlensäurevergiftung.

Wenn etwa 2½ % Kohlendioxyd in der Luft sind, kann der Mensch stundenlang diese Luft einatmen, ohne Beschwerden zu bekommen. Erst bei 4 % tritt Ohrensausen, Kopfschmerz auf; der Puls verlangsamt sich; es machen sich Schwindelgefühl mit Neigung zu Ohnmachten und leichte psychische Erregbarkeit bemerkbar. Bei 8—10 % tritt sehr schnell Bewußtlosigkeit ein und der Tod erfolgt durch Atemstillstand. Sind 20 % Kohlendioxyd in der Luft, dann tritt der Tod in wenigen Sekunden ein.

Da Kohlendioxyd eine Säure ist, haben wir natürlich auch leichte örtliche Wirkungen auf die Haut, wie Prickeln und Rötung; auch die Augenbindehaut entzündet sich leicht.

Wenn Wiederbelebungsversuche Erfolg haben, dann erfolgt das Erwachen nach einigen Minuten. Die Erinnerung an Verletzungen (sehr häufig Zungenbisse) ist aufgehoben.

Im Gegensatz zu Kohlenoxyd sind kleine Tiere, wie Mäuse, weniger empfindlich gegen Kohlendioxyd als der Mensch.

Vorsicht mit brennenden Kerzen und besonders mit Acetylenlampen, da sich Kohlendioxyd häufig mit anderen brennbaren Gasen, wie zum Beispiel Methan vermischt, wodurch die schwersten Explosionen hervorgerufen werden können!

Hilfe und Heilung.

Wie helfe ich mir selbst?

Heraus aus der Gefahrenzone! Ruhe; wenn die Atmung noch funktioniert, erfolgt in frischer Luft oft auffallend schnell Heilung.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Künstliche Atmung, Sauerstoffzufuhr.

Wie hilft der Arzt?

Außer Sauerstoffzufuhr und künstlicher Atmung kann eventuell ein Aderlaß mit nachfolgender Kochsalzinfusion vorgenommen werden.

Ist eine Vergiftung durch hohe Konzentrationen oder in Kombination mit anderen Giftgasen eingetreten, dann sind die Wiederbelebungsversuche oft erfolglos. Wenn die Patienten durchkommen, hat man immer mit Nachkrankheiten, besonders der Lungen (Bronchopneumonien usw.) zu rechnen.

C. Wichtige Gase aus der Kälteindustrie

Da die Kälteindustrie im modernen Leben eine sehr große Rolle spielt und da die elektrischen Eisschränke immer mehr in unsere Wohnungen vordringen, müssen wir uns kurz mit den Gasen beschäftigen, die in der Kälteindustrie gebraucht werden.

Das wichtigste Gas ist:

I. Ammoniak NH_3

Es ist ein farbloses Gas von stechendem Geruch und einem scharfen alkalischen Geschmack; es ist leicht löslich in Wasser. Sehr bekannt ist die 10prozentige wässrige Lösung unter dem Namen Salmiakgeist (Liquor ammonii caustici).

Spezifisches Gewicht 0,59. Ammoniak gehört zu den Reiz- und Aetzgasen, es wirkt besonders stark auf die oberen Atemwege ein; bei Einatmung größerer Mengen ist es zugleich ein Krampfgift mit zentral erregender Wirkung.

Die Möglichkeit einer Vergiftung besteht besonders in Kühlhäusern und bei Eisschränken, wenn Rohre oder Behälter platzen; ebenso auch in der Kattundruckerei und bei der Fabrikation organischer Farbstoffe.

Wie äußert sich die Vergiftung?

Zunächst heftiger Nasen-, Rachenreiz mit starkem Niesen; der Kopf schmerzt, es wird einem übel. Bei höheren Konzentrationen Erstickungsgefühl mit heftigen Hustenanfällen; die Brust schmerzt, ebenso der Magen. Es tritt Erbrechen auf; die Haut ist heiß; der Schweiß riecht nach Ammoniak. Die oberen Atemwege können angeätzt werden, ebenso die Augen; es kann dann zu einer Hornhauttrübung kommen, die häufig zur Erblindung führt.

Wenn Ammoniak unter Druck aus Eismaschinen ausströmt und auf die Haut kommt, dann gibt es regelrechte Verbrennungen mit Blasenbildungen.

Bei Ammoniakvergiftungen haben wir oft eine langanhaltende Heiserkeit und Stimmlosigkeit mit Anschwellung des Kehlkopfes und der Bronchien.

Hilfe und Heilung.

Wie helfe ich mir selbst?

Sofort in frische Luft und dann Ruhe!

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Ist keine Gasmaske zur Hand, dann ein Tuch sich vor Mund und Nase binden, das mit einer Säure wie Essig, Zitronensaft oder dergleichen — denn Ammoniak ist basisch — getränkt ist. Außerdem für Abzug des Gases an der höchsten Stelle in Räumen sorgen! Den Kranken sofort Sauerstoff geben und viel Wärme; bei Magenbeschwerden Zitronenlimonade; Einatmung von zerstäubter Natriumbicarbonatlösung. Keine künstliche Beatmung, da Ammoniak ein Reiz- und Aetzgas ist.

Wie hilft der Arzt?

Immer daran denken, daß besonders die älteren großen Eismaschinen meistens mit Ammoniak gefüllt sind. Da Ammoniakgas leichter als Luft ist, so steigt es in die Höhe; es hat den typischen Geruch nach Salmiakgeist und ist in Wasser außerordentlich leicht löslich: 1 Liter Wasser löst etwa 600 Liter Ammoniak. Darum versuchen, durch Einspritzen von Wasser in Sprühregen den größten Teil des Ammoniaks niederzuschlagen. (Hierzu besonders die Rettungsmannschaften anhalten!)

Bei Stimmritzenverschluß muß eventuell eine Tracheotomie vorgenommen werden. Bei stärkeren Vergiftungen ist ein Aderlaß angebracht mit nachfolgender Injektion von 10- bis 20prozentiger Glucoselösung.

Sicherer Schutz: Gasmasken mit Spezialatemfilter und Schutzkleidung.

II. Methylchlorid

CH_3Cl (Chlormethyl).

Ein farbloses Gas, das in der Kälteindustrie eine ziemlich große Rolle spielt und bei Rohrbrüchen in Gefriermaschinen leicht zu Vergiftungen führen kann.

Es ist ein verhältnismäßig schwaches Narkotikum und ein schweres Nervengift . Die Vergiftung äußert sich in einem schwankenden Gang, in rauschartigen Zuständen mit langanhaltender Schlafsucht, Sehstörungen und Schwäche in den Beinen.

Hilfe und Heilung.

Frische Luft, Ruhe, künstliche Beatmung, Sauerstoffzufuhr.

III. Aethylchlorid

C_2H_5Cl (Chloraethyl).

Eine farblose Flüssigkeit, die auch in der Medizin zur Lokalanaesthesie (durch Einfrieren des Gewebes) und auch als Narkotikum vielfach Verwendung findet.

Die Vergiftung äußert sich in Kollaps, Zuckungen, sehr beschleunigtem Puls, Aussetzen der Atmung, Erbrechen.

Hilfe und Heilung.

Frische Luft, Ruhe, künstliche Atmung, Sauerstoffzufuhr.

IV. Methylbromid

CH_3Br (Brommethyl).

Es ist ein Gas von aetherischem Geruch, das man bei 4° verflüssigen kann.

Trotz günstiger technischer Eigenschaften wird es in der Kälteindustrie nicht mehr viel verwendet, da manche Todesfälle vorgekommen sind. Es wirkt ähnlich wie Methylchlorid. Charakteristisch bei der Wirkung ist ein Latenzstadium, besonders bei der Einatmung geringer Konzentrationen, so daß die ersten Krankheitssymptome (Kopfschmerz, Schwindel, Erbrechen, Zittern usw.) erst nach einiger Zeit sich einstellen.

Hilfe und Heilung.

Wie bei Methylchlorid und Aethylchlorid.

Auch

V. Schwefeldioxyd

findet in der Kälteindustrie Verwendung; aber größere Bedeutung hat es in der Schädlingsbekämpfung. Darum wollen wir Schwefeldioxyd bei den Gasen, die in der Schädlingsbekämpfung Verwendung finden, betrachten. (Vgl. S. 160).

D. Gase in der Schädlingsbekämpfung

I. Blausäure

HCN (Cyanwasserstoff).

Die Blausäure ist schon seit langem bekannt; sie wurde bereits in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zur Schädlingsbekämpfung in Kalifornien gegen die sehr giftfesten Schildläuse verwendet[1].

Im Kriege wurde sie am 1. Juli 1916 an der Somme von den Franzosen im Gemisch mit dem schwereren Arsentrichlorid in den Gaskampf eingeführt, da sie selbst spezifisch leichter ist als Luft. Die Franzosen setzten große Hoffnungen auf den Einsatz von Blausäure wegen ihrer großen Giftigkeit; aber die Konzentrationen, die im offenen Felde zur tödlichen Wirkung hätten erreicht werden müssen, wurden nicht erreicht, und darum sind die französischen Blausäuregeschosse ohne nennenswerte Wirkung gewesen. Die verschossene Menge Blausäure ist so groß gewesen, daß sie theoretisch genügt hätte, um 20 Milliarden Menschen in geschlossenen Räumen zu töten[2]. Außerdem hat die flüssige Blausäure den Nachteil, daß sie nicht wie flüssiges Chlor oder Phosgen lange aufbewahrt werden kann, weil sie sich schnell unter Bildung schwarzer, wasserunlöslicher und ungiftiger Stoffe zersetzt. Diese Zersetzung tritt nicht ein, wenn die Blausäure in sauren Flüssigkeiten gelöst wird. Aus diesem Grunde haben die Franzosen die flüssige Blausäure in Arsentrichlorid, in Zinntetrachlorid und andern Stoffen aufgelöst und diese Lösungen dann zur Füllung von Geschossen benutzt. Eine sehr bekannte Blausäuremischung bei den Franzosen war „Vincennit", ein Gemisch von 50 % Blausäure, 30 % Arsentrichlorid, 15 % Zinntetrachlorid und 5 % Chloroform. Etwa 4000 t Vincennit hat Frankreich während des Krieges erzeugt.

Eigenschaften und Verwendung.

Blausäure wird dargestellt aus Cyankali durch Behandeln mit 50 % Schwefelsäure.

Blausäure ist eine farblose, leichtbewegliche Flüssigkeit von charakteristischem, etwas betäubendem Geruch. Die Reizwirkung ist gering; die Blausäure hat die Eigenschaft, die Nasennerven gegen den Geruch abzustumpfen.

Die Blausäure findet in Friedenszeiten — abgesehen von industriellen Betrieben, wie bei der Goldgewinnung mit Cyaniden, der Galvanoplastik usw. — eine ausgedehnte Verwendung in der Schädlingsbekämpfung.

Sie eignet sich deswegen so hervorragend zur Schädlingsbekämpfung, weil sie auf Schädlinge aller Art wirkt, die gebräuchlichsten Gegen-

[1] Vgl. Flury und Zernik: a. a. O. S. 534.
[2] Nach Julius Meyer: a. a. O. Seite 52.

stände des täglichen Lebens (Metalle, Stoffe usw.) nicht beschädigt, für Lebensmittel so gut wie unschädlich ist. Außerdem diffundiert Blausäuregas sehr leicht, so daß es den ganzen zu durchgasenden Raum gleichmäßig von unten nach oben ohne Schwadenbildung erfüllt. Auch in Spalten, Risse usw. dringt das Blausäuregas leicht ein; dadurch ist die größte Gewähr dafür gegeben, daß alles Ungeziefer erreicht und abgetötet wird.

Sehr bekannt als Schädlingsbekämpfungsmittel ist Blausäure unter der Bezeichnung „Zyklon B". Zyklon B ist ein pulverförmiges Gemisch von flüssiger Blausäure mit der 1,3fachen Menge Kieselgur. Dieses feuchte, körnige Pulver ist in luftdicht verschlossenen Blechbüchsen ver-



Abbildung 34: »Zyklon B« wird aus den Büchsen zur Schädlingsbekämpfung ausgestreut. (Heerdt-Lingler G. m. b. H.; Frankfurt a. M.)

packt. Jede Büchse enthält eine bestimmte Menge Blausäure, die auf dem Etikett angegeben ist. Die gebräuchlichsten Büchsen enthalten 100 g, 200 g, 500 g, 1000 g und 1200 g Blausäure.

Die Größe des zu durchgasenden Raumes ist für die Anwendbarkeit des Zyklons ohne Bedeutung. Ein Raum, der durchgast werden soll, muß sehr sorgfältig abgedichtet werden; dann wird der Inhalt der Büchse in dem Raum auf eine Unterlage ausgestreut; dabei muß das Personal durch Gasschutzgeräte geschützt sein, wie uns Abbildung 34 zeigt.

Aus der Streumasse entwickelt sich das Gas schnell im Raum. Die nach der Durchgasung verbleibenden Rückstände sind giftfrei und können auf jeden Kehrichthaufen geworfen werden.

Eine sorgfältige Durchlüftung, die durch besondere Methoden genau kontrolliert werden kann, ist nach jeder Durchgasung vorzunehmen; ihre Dauer ist abhängig vom Wetter und der angewendeten Gaskonzentration, daher für die einzelnen Anwendungsgebiete verschieden. Im allgemeinen sind durchgaste Räume nach 36 Stunden wieder bewohnbar.

Für jedes einzelne Anwendungsgebiet sind besondere Arbeitsvorschriften aufgestellt, wodurch das Personal gegen alle Gefahren weitgehend geschützt wird. Außerdem enthält Zyklon B zur Erkennung und Warnung noch einen Reizstoff, zum Beispiel Bromaceton, Chloraceton, Chlorpikrin usw.; ohne Reizstoff kommt Zyklon B nur für Begasungen im Freien, zum Beispiel von Bäumen, in Frage.

Wie erklärt man sich die Giftwirkung der Blausäure?

Man nimmt an, daß sich die Blausäure mit dem eisenhaltigen Atmungsferment — in letzter Zeit besonders bekannt geworden durch die Forschungen des Nobelpreisträgers Warburg — in den lebenden Zellen verbindet. Dadurch verliert dieses Ferment seine Funktionstüchtigkeit, so daß das Gewebe nicht mehr in der Lage ist, Sauerstoff aufzunehmen. Es tritt eine Lähmung der Gewebsatmung ein, wodurch alle lebenswichtigen Zentren, besonders das Atemzentrum, zum Stillstand kommen. Diese Fermentschädigung ist, solange noch keine Atemlähmung und noch nicht Herzstillstand eingetreten sind, durchaus durch natürliche oder künstliche Atmung wieder rückgängig zu machen; also ein Zeichen, daß die Blausäure nur locker an das Atmungsferment gebunden ist. Weil bei der Blausäurevergiftung das Gewebe nicht mehr die Fähigkeit hat, Sauerstoff aufzunehmen, so kann es also den Sauerstoff des arteriellen Blutes nicht mehr transportieren, so daß das rote arterielle Blut in die Venen zurückkehrt. Darum hat bei einer Blausäurevergiftung das venöse Blut eine leuchtend rote Farbe[1].

Die Tödlichkeitszahl $c \cdot t$ (1000—4000) hängt von der Konzentration der Blausäure in der Luft ab. Unterhalb einer bestimmten Konzentration ist die Blausäure selbst bei unbegrenzt langer Einatmung fast unschädlich, da sie im Organismus nicht angesammelt wird, sondern zum Teil wieder ausgeatmet oder unter Bildung ungiftiger Produkte im Körper rasch zerstört wird. Darum ist die Giftwirkung der eingeatmeten Blausäure weniger abhängig von der absoluten Menge, die der Mensch einatmet, als von der Konzentration.

Chronische Blausäurevergiftungen sind nach Koelsch[2] selten.

[1] Flury und Zernik: a. a. O. S. 400 ff.
[2] Koelsch: Zentralblatt Gewerbehygiene Nr. 5, 1920.

Vom Magen aus genügen 0,05 g Blausäure zur tödlichen Wirkung; vom Magen aus wird der Nervus vagus, der das Herz dirigiert, gelähmt. Die Salzsäure des Magen setzt die giftige Blausäure, da sie eine sehr schwache Säure ist, aus den meisten Cyaniden sofort in Freiheit. Selbst von der Haut aus kann eine Vergiftung erfolgen. Man kann daher in einer Atmosphäre, die 11 mg im Liter oder mehr enthält, selbst dann vergiftet werden, wenn man durch Gasmasken geschützt ist. Die Gefahr der Vergiftung vergrößert sich noch, wenn man schwitzt oder wenn der Blausäure zugleich ein Reizstoff, wie bei Zyklon B, beigemengt ist, weil durch den Reizstoff die Hautgefäße erweitert werden, wodurch dann die Resorption der Blausäure begünstigt wird.

Das Krankheitsbild des Blausäurevergifteten.

Wenn der Mensch langsam Blausäure einatmet, dann spürt er zunächst ein Kratzen im Halse (Anfangsstadium). Die ausgeatmete Luft riecht nach bitteren Mandeln. Er hat einen Druck in der Stirngegend und wird schwindlig, das Herz klopft stark, er würgt und bricht. Es tritt bald Atemnot ein (asthmatisches Stadium); die Atemnot und das Angstgefühl werden immer stärker; das Bewußtsein schwindet allmählich, es treten Krämpfe auf (konvulsivisches Stadium), die Atmung wird immer flacher und steht dann plötzlich still, die Pupillen sind erweitert (asphyktisches Stadium). Diese einzelnen Stadien werden außerordentlich schnell durchlaufen.

Hilfe und Heilung.

Weil die Blausäure so schnell wirkt, kommt die Hilfe meistens zu spät.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Heraus aus dem Gasbereich, dann sofort künstliche Beatmung einleiten mit Zufuhr von Sauerstoff und, wenn möglich, mit 5 % Kohlensäure. Eventuell Einspritzung von Lobelin.

Wie hilft der Arzt?

Alles versuchen, um Atmung und Herztätigkeit durch Lobelin in Gang zu bringen. Energische künstliche Beatmung von Sauerstoff mit 5 % Kohlensäure.

Es ist auch eine spezifische Behandlunng vorgeschlagen worden, zum Beispiel wiederholte intravenöse Injektionen von Thiosulfat (Umwandlung der Blausäure in ungiftiges Rhodanid); doch der Erfolg ist sehr unsicher.

Wie schützen wir uns?

Durch Gasmaske mit Spezialatemfilter; aber es sollen Räume, die mehr als 1 Vol.-% Blausäure enthalten, selbst mit Gasmaske nicht betreten werden, da wir von der Haut aus vergiftet werden können.

Besondere Bemerkungen.

Bei allen Durchgasungen mit Blausäurepräparaten muß sehr vorsichtig zu Werke gegangen werden. Es müssen die Räume abgedichtet, die Umgebung abgesperrt werden, es müssen Gasmasken getragen werden. Sauerstoffgeräte und eventuell Verbandkästen müssen stets zur Hand sein.

Anhang:

Die Cyanverbindungen wirken im allgemeinen ebenso wie Blausäure, nur besitzen sie mehr oder weniger starke Reizwirkungen, zum Beispiel Chlorcyan (farblose Flüssigkeit) findet auch in der Schädlingsbekämpfung Verwendung und wurde im Weltkriege von französischer Seite als Kampfgas versucht.

Bromcyan (farblose Kristalle) wurde im Weltkriege von den Oesterreichern als Kampfgas versucht.

Von den Cyanderivaten wären auch noch zu erwähnen: „Zyklon A" (flüssig); es ist das ein Gemisch von Cyanameisensäuremethyl- und -aethylester mit etwa 10 % Chlorameisensäureester.

Da die Cyanameisensäureester im Weltkriege als Kampfstoffe verwendet worden sind, so mußte die Herstellung gemäß dem Versailler Friedensvertrag bei uns in Deutschland eingestellt werden, trotzdem diese Mittel ausgezeichnete Schädlingsbekämpfungsmittel sind.

II. Schwefeldioxyd SO_2

Eigenschaften und Vergiftungsmöglichkeiten.

Schwefeldioxyd, ein farbloses Gas von eigenartigem Geruch, wird dargestellt durch Verbrennen von Schwefel; es ist schwerer als Luft und leicht löslich in Wasser. Es wird in der Schädlingsbekämpfung angewendet besonders gegen Tiere unter der Erdoberfläche, also gegen Mäuse, Hamster, Kaninchen usw.; auch Ungeziefer an lebenden Tieren wird durch Schwefeldioxyd bekämpft, so zum Beispiel werden die an Pferderäude erkrankten Pferde in Gaskammern gestellt, die mit Schwefeldioxyd beschickt werden. Der Kopf der Tiere muß sich natürlich außerhalb der Gaskammer befinden.

Trotzdem Schwefeldioxyd viele Gewebe und Metalle angreift (Gegenmittel: Anstrich von Vaseline), findet es immer noch ausgedehnte Verwendung besonders bei Desinfektionen von Kellern, Stallungen, zur Bekämpfung von Fliegen usw., indem man Schwefel oder Schwefelkohlenstoff verbrennt.

Wo bestehen sonst noch Vergiftungsmöglichkeiten?

Beim Rösten und Schmelzen schwefelhaltiger Erze, bei der Schwefelsäurefabrikation usw., ferner beim Schwefeln von Weinfässern, beim Abbrennen von Feuerwerk, besonders aber auch in der Kälteindustrie (Eis- und Kältemaschinen). Ein mittlerer Frigidaire enthält etwa 4 kg Schwefeldioxyd.

Schwefeldioxyd ist genau wie Ammoniak, Phosgen usw. ein reines Reiz- und Aetzgas, das hauptsächlich auf die oberen Atemwege wirkt, bei stärkerer Einatmung allerdings auch auf die unteren Atemwege, indem Schwefeldioxyd auf der feuchten Oberfläche der Schleimhäute zu Schwefelsäure oxydiert. Es kommt zur Reizung und zur Aetzung des Gewebes. Es übt auch einen starken Reiz aus auf die Augen.

Wie zeigt sich das Bild einer Schwefeldioxydvergiftung?

Schon geringe Mengen wirken beim Menschen reizend auf alle Schleimhäute; bei Einatmung höherer Konzentrationen tritt Heiserkeit mit Schmerzen und Beklemmungsgefühl auf der Brust auf. Sprechen und auch Schlucken ist zuweilen unmöglich; die Augenbindehäute sind gerötet. Sehr hohe Konzentrationen führen schnell zu Atemnot, Cyanose, Bewußtlosigkeit.

Akute tödliche Vergiftungen durch Einatmung von Schwefeldioxyd scheinen selten zu sein, weil die Reizung der oberen Luftwege derart stark ist, daß der Tod höchstwahrscheinlich bereits durch Erstickung infolge Stimmritzenverschlusses eintritt.

Bemerkenswert ist, daß Schwefeldioxyd durch Einwirkung auf das Knochenmark auch die roten Blutkörperchen und das Hämoglobin vermehrt.

Von Schädlingen sind sehr empfindlich gegen Schwefeldioxyd Mäuse und Ratten; am empfindlichsten sind Frösche wegen der feuchten Körperoberfläche.

Hilfe und Heilung.

Wie bei allen Reiz- und Aetzgasen! Also schnellste Entfernung aus dem Gasbereich, Wärme, Ruhe, Sauerstoff *ohne* Kohlensäure, evtl. Aderlaß, Herzmittel; *keine* künstliche Beatmung!

Wichtig für Rettungsmannschaften!

Schwefeldioxyd riecht stark nach verbranntem Schwefel und ist schwerer als Luft; darum dafür sorgen, daß es in geschlossenen Räumen nach der Tiefe abströmen kann. Da Schwefeldioxyd Säurecharakter trägt, kann es nur durch alkalische Stoffe, wie Soda oder Laugen, neutralisiert werden. *Eine Niederschlagung mit Wasser hat wenig Zweck.*

Auswaschen der Augen mit zweiprozentiger Sodalösung und Einstreichen einer alkalischen Augensalbe (vgl. S. 95).

Schutz: Gasmaske mit Spezialatemfilter.

III. Schwefelkohlenstoff CS_2

Eigenschaften, Vorkommen und Vergiftungsmöglichkeiten.

Eine farblose Flüssigkeit von eigenartigem Geruch, die sich leicht gelb färbt; sie würde sich ausgezeichnet zur Bekämpfungn von Ungeziefer eignen, wenn der Dampf sich nicht schon an heißen Gegenständen entzünden würde. Außerdem sind Gemenge von Schwefelkohlenstoffdämpfen und Luft explosibel. Wenn Schwefelkohlenstoff angezündet wird, verbrennt er zu Schwefeldioxyd und Kohlendioxyd. Der technische Schwefelkohlenstoff besitzt einen widerwärtigen Geruch.

Das Hauptanwendungsgebiet in der Schädlingsbekämpfung ist die Vertilgung der Bodenschädlinge, besonders von Rebläusen (Weinstöcke, Tabakpflanzen usw.), Mäusen, Ratten, Fliegen, Kaninchen usw. Bei der Desinfektion von Kleidern, Pelzen ist es am besten, wenn man vollkommen abgeschlossene Kammern oder Metalltrommeln benutzt. Es muß darauf geachtet werden, daß nach der Desinfektion die abgeleiteten Dünste nicht in den Bereich von Flammen kommen.

Für uns Menschen bestehen Vergiftungsmöglichkeiten außer in der Schädlingsbekämpfung besonders in der Kautschuk- und in der Kunstseidenindustrie.

Das Vergiftungsbild.

Akute Schwefelkohlenstoffvergiftungen sind beim Menschen im Verhältnis zu chronischen selten; sie kommen vor beim Platzen von Rohrleitungen, von Behältern, die mit Kohlenstoff gefüllt sind. Sie führen zu akuten Bewußtseinsstörungen, Delirien, Sehstörungen, Erlöschen der Reflexe, Atemstillstand.

Die chronische Schwefelkohlenstoffvergiftung ist häufig und greift das ganze Nervensystem an. Besonders charakteristisch sind die Sehstörungen; die Sehschärfe wird vermindert. Die Giftwirkung erstreckt sich auch auf das Gehirn.

Hilfe und Heilung.

Bei akuter Vergiftung, zum Beispiel beim Platzen von Rohrleitungen, die mit Schwefelkohlenstoff gefüllt sind, kommt es zu Bewußtseinsstörungen, Pupillenlähmung, Erlöschen der Reflexe, schließlich zu völliger Lähmung und zu Atemstillstand. Es handelt sich also, ähnlich wie bei Chloroform, um eine Narkose, nur daß die Nachwirkungen von längerer Dauer sind. Nach dieser Wirkungsweise müssen wir unsern Heilplan einrichten, das heißt also: heraus aus der Gefahrenzone, Ruhe, Wärme, künstliche Atmung, Sauerstoffzufuhr in Kombination mit 5% Kohlendioxyd, Herzmittel (Koffein, Kampfer).

Bei chronischer Vergiftung müssen die Menschen vor allem, womöglich dauernd, aus den Betrieben entfernt werden; warme Bäder, reine Luft.

Frische Fälle können, wenn auch langsam, zur Heilung kommen; wenn aber schon organische Störungen da sind, dann ist die Prognose schlecht. Die Therapie ist in diesen Fällen rein symptomatisch.

Notwendig ist, daß an den Arbeitsstätten gute Ventilationsvorrichtungen sind; außerdem sollen *Fässer*, in denen Schwefelkohlenstoff aufbewahrt wird, *dauernd unter Wasser* stehen.

Anhang:

In der Schädlingsbekämpfung finden noch Verwendung *Tetrachlorkohlenstoff* CCl_4, eine Flüssigkeit von süßlichem Geruch, die als Lösungs- und Extraktionsmittel außerdem noch eine große Bedeutung hat. Die Einatmung des Dampfes wirkt narkotisch.

Ferner *Hexachloraethan*, hauptsächlich ein Schutz- und Vorbeugungsmittel gegen Kleider- und Pelzmotten. Auch *Chlorpikrin*, das wir schon als Gaskampfstoff kennenlernten (vgl. S. 99 ff.), eignet sich zur Bekämpfung von Flöhen, Ratten, Wanzen usw. Am besten verwendet man es in geschlossenen Räumen. Die Giftigkeit gegen Tiere ist fast so stark wie die der Blausäure; auch werden Gewebe, Farben, Metalle nicht angegriffen; aber der Nachteil ist, daß Saatgut und lebende Pflanzen leiden.

Und schließlich wäre noch *Aethylenoxyd* (mit Kohlendioxyd vermengt ist es in der Schädlingsbekämpfung bekannt als „*T-Gas*" oder „*Aetox*") zu erwähnen, das bei der Bekämpfung von Ratten, Kornkäfern, Mehlkäfern, Flöhen, Kleidermotten usw. eine gewisse Rolle spielt; doch ist die Anwendung in Deutschland nur unter bestimmten Vorsichtsmaßregeln — genau wie bei der Blausäure — gestattet, wegen seiner Giftigkeit (Narkotikum und Zellgift).

10. Kapitel

Andere wichtige Giftstoffe

A. Chlor und Chlorverbindungen

I. Chlor Cl_2

Französich: Bertholit.

Historisches.

Chlor wurde im Jahre 1774 von Karl Wilhelm Scheele entdeckt. Er fand schon, daß Chlor stark ätzend wirkt und zum Husten reizt. Chlor ist schon seit langer Zeit als Desinfektionsmittel verwendet worden.

In den Gaskampf wurde Chlor am 22. April 1915 bei Ypern eingeführt. Die Gegner, die in diesem Frontabschnitt zwischen Bixschoote und Langemarck lagen, waren hauptsächlich französische Kolonialtruppen. Tod und Verwirrung brachten diese Gaswolken dem Feinde: er hatte 15 000 Gasvergiftete, davon allein 5000 Tote. Die feindliche Front wurde in einer Breite von 5 bis 8 km aufgerissen; aber militärisch wurde dieser Erfolg von deutscher Seite nicht ausgenutzt, da man die Wirkung wohl nicht voraussehen konnte und die benötigten Reserven deswegen nicht bereitgestellt hatte[1].

Seit diesem „schwarzen Tag von Ypern" registriert die Kriegsgeschichte den eigentlichen Beginn des Gaskampfes[2].

Fast 95 % aller chemischen Kampfstoffe werden mit Hilfe von Chlor dargestellt. Wenn wir Chlor nicht hätten, dann wäre die Darstellung der gefährlichsten chemischen Kampfstoffe überhaupt nicht möglich; denn die Grün-, Gelb- und Blaukreuzkampfstoffe enthalten sämtlich Chlor.

Der Verbrauch an Chlor war während des letzten Krieges so gewaltig, daß wir Deutschen im Herbst 1918 monatlich 1000 t produzierten. Die Chlorproduktion der Vereinigten Staaten von Amerika soll gegen Ende des Krieges pro Tag allein 100 t betragen haben[3].

Vorkommen, Eigenschaften und Darstellung.

Die Erzeugung von Chlor kann deswegen in fast unbeschränkten Mengen erfolgen, weil das Ausgangsmaterial — das Steinsalz (Natriumchlorid) — in fast allen Ländern in unerschöpflicher Menge zur Verfügung steht.

---

[1] Hanslian, Rudolf: a. a. O. S. 12.

[2] Haber, Fritz: a. a. O. S. 77. Daß aber Deutschland nicht der Urheber des Gaskrieges gewesen ist, vgl. S. 27 ff.

[3] Meyer, Julius: a. a. O. S. 329 ff.

Auch andere Chloride, wie Kaliumchlorid und Magnesiumchlorid, kommen für die Erzeugung in Frage.

Chlor ist ein grünlich-gelbes Gas von stechendem Geruch. Es ist leicht löslich in Wasser und läßt sich leicht zu einer dunkel-grüngelben Flüssigkeit vom Siedepunkt — 33,6° verflüssigen. In dieser verflüssigten Form gelangt es in Stahlflaschen in den Handel.

Größere Mengen verflüssigten Chlors bilden beim Verdunsten mit dem Wasserdampfe der Luft weiße Nebel.

Ein Liter gasförmigen Chlors wiegt 3,2 g; es ist demnach 2,5mal so schwer wie Luft.

Das ist einer der Gründe, daß Chlor sich gut zum chemischen Kampfstoff eignet; aber da man sich leicht durch Gasmasken dagegen schützen kann, hat man Chlor bald als chemischen Kampfstoff aufgegeben.

Ein Kilogramm verflüssigten Chlors entspricht ungefähr 300 l Chlorgas. Dieses grüngelbliche Gas gehört zu den reaktionsfähigsten Elementen, die wir kennen, und geht darum mit den meisten anderen Elementen neue Verbindungen ein. Darum tritt Chlor in der Natur auch niemals in freiem Zustande auf.

Chlor wird meistens auf elektrolytischem Wege gewonnen, indem der elektrische Strom durch eine wässrige Kochsalzlösung hindurchgeleitet wird; an der Anode wird dann gasförmiges Chlor frei, das abgepumpt wird, während an der Kathode gasförmiger Wasserstoff frei wird, den man in eiserne Flaschen füllt und hauptsächlich zum autogenen Schweißen und auch zur Füllung von Luftschiffen gebraucht.

Chlor findet ausgedehnte Verwendung zur Desinfektion von Trinkwasser und Abwässern.

Wie wirkt Chlor?

Chlor ist ein typisches Reiz- und Aetzgas, das sowohl auf die oberen als auch auf die unteren Luftwege einwirkt. Die Wirkung ist in ihren Einzelheiten noch nicht ganz geklärt.

Man nimmt zum Beispiel an, daß durch das Zusammentreffen von Chlor mit dem feuchten Gewebe (Schleimhäuten usw.) Salzsäure gebildet wird und daß diese Salzsäurebildung die schädliche Wirkung des Chlors hervorruft.

Henderson und Haggard[1] stellen sich die Wirkung folgendermaßen vor:

Wenn Chlor mit den feuchten Schleimhäuten zusammentrifft, dann entzieht es dem im Gewebe enthaltenen Wasser den Wasserstoff (Dehydrierung); dadurch wird Sauerstoff frei, und es bildet sich gleichzeitig Salzsäure. Die Reizung der Gewebe wird also wesentlich durch Oxydation hervorgerufen; außerdem spielen hier noch die Säurewirkungen des Chlorwasserstoffes und andere Chlorierungsprozesse eine Rolle.

---

[1] Flury und Zernik: a. a. O. S. 117.

4. Das Krankheitsbild der Chlorvergiftung.

Da Chlor ein starkes Reizgas ist, so bewirken schon geringe Mengen eine Reizung der Schleimhäute, die sich zunächst in Husten und Schnupfen äußert; die Augen tränen, und bei längerer Einwirkung treten bald Schmerzen unter dem Brustbein auf; es kommt zur Absonderung von zähem Schleim, der häufig mit Blut durchsetzt ist. Bei stärkeren Konzentrationen (0,28—2,8 mg auf ein Liter Luft) tritt plötzlich große Atemnot ein; Schweiß bricht aus, der Kopf wird blaurot, der Puls klein, und es erfolgt schneller Tod. Wie überhaupt bei Einatmung konzentrierten Chlorgases schnell der Tod eintritt.

Hohe Konzentrationen reizen außerdem die Haut, so daß der Mensch das Gefühl des Brennens und des Stechens hat; auch Entzündungserscheinungen der Haut treten auf. Wenn Arbeiter lange in Chlorbetrieben arbeiten (Textilbetrieben, Bleichräumen von Papierfabriken usw.), dann wird die Haut runzlig, die Menschen altern frühzeitig und bekommen eine bleiche, etwas grünliche Farbe. Da die Lungen in einem chronischen Reizzustande sind, haben diese Arbeiter ständig unter einer Bronchitis zu leiden, und nicht selten treten bei ihnen auch Lungenblutungen auf.

Hilfe und Heilung.

Wie bei den Reiz- und Aetzgasen, zum Beispiel dem Phosgen (vgl. S. 91 ff.). Also: möglichst schnell aus der Gefahrenzone heraus, Ruhe, Wärme, vorsichtiger Transport, reichliche Sauerstoffzufuhr, Herzmittel. In schweren Fällen Aderlaß; gegen Husten Codein. Kein Morphium und keine künstliche Atmung; bei Bindehautentzündung alkalische Augensalbe.

Wenn man Chlorvergiftete wie Phosgenvergiftete behandelt, dann handelt man richtig.

Schutz: Spezialatemfilter.

Nachweis: Jodkaliumpapier wird in chlorverseuchter Luft blau gefärbt.

Anhang.

Chlorwasserstoff HCl (Salzsäure). Ein farbloses Gas, leicht löslich in Wasser; diese Lösungen (die konzentrierte Salzsäure enthält zum Beispiel 25 %, die „rauchende" Salzsäure 38 % Chlorwasserstoff) sind im Handel als Salzsäure bekannt. Chlorwasserstoff ist schwerer als Luft; Litergewicht 1,52 g. Darstellung: aus Kochsalz und Schwefelsäure.

Chlorwasserstoff ist ein Gas, das die oberen Atemwege stark reizt. Die Vergiftungsmöglichkeiten in der Industrie sind sehr zahlreich, zum Beispiel bei der Herstellung von Chlor, Soda, Salzsäure, dann bei der Verwendung in Glasfabriken, in Bleichereien, in der Kautschuk- und Kunstwollindustrie, in Emaillieranstalten usw.

Wichtig für Feuerwehren!

Bei Bränden in derartigen Industriezweigen muß die Feuerwehr immer daran denken, daß hier Salzsäureballons lagern, und daß diese Ballons beim Explodieren gewaltige Mengen Salzsäuredämpfe entwickeln, wodurch die Feuerwehrmannschaften in große Gefahr kommen können.

S i c h e r e r S c h u t z : Spezialatemfilter.

V e r g i f t u n g s b i l d : Chlorwasserstoff ist ein typisches Reiz- und Aetzgas und reizt besonders die oberen Atemwege; auf der Nasenschleimhaut kann es direkt zu Geschwürsbildungen führen. Auch auf der Haut ruft Chlorwasserstoff entzündliche Geschwürsbildungen hervor, die aber bald wieder verschwinden; empfindlich sind die Bindehaut und die Hornhaut des Auges. Sehr charakteristisch ist bei chronischer Vergiftung die Schädigung der Schneidezähne, wodurch die Kronen der Zähne ganz allmählich verschwinden (Salzsäuregebiß).

H i l f e : Wie bei der Chlorvergiftung. Bei ganz frischen Fällen kann man hoffen, durch Einatmung zerstäubter Sodalösung noch Chlor zu binden.

Aehnlich wie Chlor wirken C h l o r m o n o x y d Cl_2O (eine dunkelbraune Flüssigkeit) und C h l o r d i o x y d ClO_2 (eine rotbraune Flüssigkeit von erstickendem Geruch). Chlordioxyd, das sich zum Beispiel bei der Entzündung von Magnesiumblitzlichtpatronen, die mit Kaliumchlorat hergestellt sind, entwickelt, wirkt noch stärker als Chlor.

Die übrigen Halogene wollen wir nur kurz erwähnen:

a) B r o m (Br_2), von Bedeutung besonders in der Kali-Industrie, ist eine schwarzbraune Flüssigkeit von starkem Geruch. Es reizt die oberen Atemwege heftig und wirkt ähnlich wie Chlor.

b) J o d (J_2), schwarzgraue, metallisch glänzende Kristalle. Jod findet besonders in der Medizin in Form von alkoholischen Lösungen (Jodtinktur), Salben usw. eine ausgedehnte Verwendung. Der Joddampf wirkt ätzend auf alle Gewebe; besonders empfindlich sind die Schleimhäute der Augen, Nase, Luftröhre.

H i l f e u n d H e i l u n g.

Wie bei Chlorvergiftungen.

In diesem Zusammenhang können wir noch erwähnen:

c) F l u o r w a s s e r s t o f f (HF), eine farblose, sehr bewegliche, stark rauchende Flüssigkeit, die sich leicht in Wasser löst. Fluorwasserstoff findet eine ausgedehnte Verwendung beim Glasätzen, in Bleikristallschleifereien, in der Tonindustrie, Superphosphatindustrie usw.

Fluorwasserstoff ist ein starker Reizstoff, besonders für die oberen Atemwege; er reizt noch stärker als Chlorwasserstoff (Salzsäure) und ist zugleich ein Protoplasmagift (Kalkfällung in den Geweben); schon

geringe Konzentrationen werden sehr unangenehm empfunden. In stärkeren Konzentrationen kann Fluorwasserstoff sogar zur Entstehung schwer heilender Geschwüre führen, und selbst die Zähne können geschädigt werden, und auch auf der Haut kann es zu Geschwürsbildungen kommen.

B. Schwefelverbindungen

I. Schwefelwasserstoff H_2S

Eigenschaften und Vorkommen.

Schwefelwasserstoff ist ein sehr bekanntes farbloses Gas, das nach faulen Eiern riecht. Es kommt in der Natur häufig vor in Mineralwässern, Vulkangasen, Bergwerken usw., besonders bei der Fäulnis von pflanzlichen und tierischen Stoffen.

Schwefelwasserstoff ist schwerer als Luft (Litergewicht 1,41 g) und sinkt infolgedessen zu Boden, so daß Gefahr der Vergiftung besonders häufig in Gruben, Kellern, Schächten usw. besteht.

Da Schwefelwasserstoff viel in der Industrie verwendet wird, so sind auch die Vergiftungsmöglichkeiten zahlreich, zum Beispiel bei der Fabrikation von Schwefelkohlenstoff, in der Kautschuk-, Kunstseiden- und Sodaindustrie, in Gasanstalten, Steinkohlen-, Braunkohlenbergwerken, in Asphaltbetrieben, in Gerbereien, bei der Rübenwäsche in Zuckerfabriken usw.

Außerdem treffen wir Schwefelwasserstoff stets an in Jauchegruben, Latrinen, Gräbern, Schwefelquellen, Schwefelbädern usw.

Die Giftwirkung.

Schwefelwasserstoff reizt zwar die gesamten Atemwege (besonders empfindlich ist auch die Hornhaut des Auges), aber bei der akuten Vergiftung tritt mehr die Allgemeinwirkung auf das Nervensystem in den Vordergrund (also schweres Nervengift), wodurch Betäubung, Bewußtlosigkeit, Krämpfe und Tod durch Atemstillstand eintreten.

Das Vergiftungsbild.

Durch den widerwärtigen Geruch nach faulen Eiern wird der Mensch zuweilen schon stark belästigt in Schwefelbädern.

Bei etwas stärkeren Konzentrationen (0,28 mg im Liter Luft) treten nach wenigen Minuten brennende Schmerzen an den Schleimhäuten von Augen, Nase, Rachen auf.

Noch stärkere Konzentrationen (0,7 mg im Liter Luft) führen bereits nach einer Viertelstunde zu einer schmerzhaften Reizung der Augenbindehaut; es wird dem Menschen übel, er muß erbrechen, es treten Koliken auf, Herzklopfen, Atemnot; und häufig kommt es zu Bewußtseinsstörungen mit Aufregungszuständen.

Gerade die Augenentzündungen sind sehr charakteristisch für Schwefelwasserstoff; die Augen schwellen an, die Hornhaut wird angeätzt, so daß der Mensch sehr lichtscheu wird. Diese Schädigungen haben wir häufig in Kunstseidenfabriken, und auffallend ist, daß sie erst nach einigen Tagen auftreten.

Auch durch die Haut kann Schwefelwasserstoff aufgenommen werden: Die Haut wird gerötet und färbt sich dann dunkel. Es sei hier auch daran erinnert, daß die Pythia in Delphi ihre Prophezeiungen in einem Erregungszustand gemacht haben soll, der angeblich durch Einatmung von geringen Mengen Schwefelwasserstoff hervorgerufen wurde. Andere Forscher nehmen an, daß es sich um eine Kohlensäurevergiftung gehandelt habe[1].

Hilfe und Heilung.

Schwefelwasserstoff ist zwar ein Reizgas, aber in den Vordergrund treten doch die charakteristischen Erscheinungen eines erstickenden Gases mit betäubender Wirkung wie bei Kohlenoxyd und Blausäure.

Wie helfen die Rettungsmannschaften?

Sofort heraus aus der Gefahrenzone, Ruhe, Wärme, künstliche Atmung in Verbindung mit Sauerstoffzufuhr und 5 % Kohlendioxyd. Bei Augenschädigungen: Zimmer abdunkeln, Umschläge mit Borwasser.

Wie hilft der Arzt?

Immer bedenken, daß Schwefelwasserstoffvergiftungen zu den sehr schweren Vergiftungen gehören. Wenn der Kranke durchkommt, dann haben wir immerhin mit langanhaltenden Störungen des Nervensystems und des Herzens zu rechnen.

Wichtig ist — außer künstlicher Atmung und Sauerstoffzufuhr — das Herz des Kranken zu stützen mit Cardiazol, Kampfer usw.

Bei Augenschädigungen feuchtwarme Borwasserumschläge, dann Pantocain, zum Beispiel:

Rp. Pantocain 0,05
Vas. alb. ad 5,0
M. f. ungt. D. S. Bei Lidkrampf, Hornhautentzündung in die Lidspalte einstreichen.

Ist die Regenbogenhaut beteiligt, dann

Rp. Pantocain 0,05—0,1
Atrop. sulf. 0,05
Aq. dest. ad 10,0
D. S. Bei Iritis, Ciliarschmerz, Keratitis parenchymatosa einzuträufeln.

[1] Flury und Zernik: a. a. O. S. 136.

Rp. Pantocain 0,1
Atropin. sulf. 0,05
Jodoform 0,25
Vas. alb. amer. ad 10,0
M. f. ungt. D. S. Zum Einstreichen bei Hornhautentzündung.

Bei Hautverletzungen Desitinsalbe, Yperitsalbe I (Carl Klinke, Hamburg).

Wichtig ist, besonders in Viscosefabriken, eine gute Ventilation der Arbeitsräume; die Augen der Arbeiter müssen geschützt werden durch Schutzbrillen. Gegen die Einatmung ist ein sicherer Schutz ein Spezialatemfilter.

Nachweis: Abgesehen vom charakteristischen Geruch wird feuchtes Bleipapier durch Schwefelwasserstoff braun bis schwarz gefärbt.

II. Schwefeldioxyd SO_2

Bereits behandelt bei den Gasen in der Schädlingsbekämpfung (vgl. S. 160). Wichtig ist, Schwefeldioxydkranke so zu behandeln, wie Kranke, die durch andere Reizgase, zum Beispiel Chlor, Ammoniak, Phosgen, erkrankt sind.

Außerdem muß von den sehr wichtigen Schwefelverbindungen hier noch

III. Schwefelkohlenstoff CS_2

erwähnt werden, ein Gas, das wir ebenfalls bei den Gasen in der Schädlingsbekämpfung bereits eingehend gewürdigt haben (vgl. S. 162).

Anhang.

Kurz zu skizzieren sind noch folgende Schwefelverbindungen:

a) Schwefeltrioxyd SO_3

entsteht durch Oxydation von Schwefeldioxyd. Das handelsübliche Präparat ist etwas flüchtig; bildet mit dem Wasserdampf der Luft dichte weiße Nebel von Schwefelsäure und Wasser, daher gern benutzt zur Nebelerzeugung als sog. Bergermischung (Tetrachlorkohlenstoff und Zinkstaub); ebenso wie auch Chlorsulfonsäure zur Nebelerzeugung benutzt wird. Die üblichen Nebelkonzentrationen sind ungiftig (gelegentlich Reizwirkung durch Abspaltung von Schwefel- beziehungsweise Salzsäure). Im unvernebelten Zustande geben diese Stoffe schmerzhafte Hautverätzungen.

Schutz: Spezialkleidung, Atemfilter.

Hilfe: Die Haut trocken abtupfen (nicht abreiben!), waschen mit zehnprozentiger Sodalösung, eventuell Kieselgur oder Sand aufstreuen[1]. Salbenverbände. Bei Augenverletzungen die weit geöffneten Augen reichlich mit Wasser ausspritzen.

---

[1] Muntsch, Otto: Leitfaden der Pathologie und Therapie der Kampfgaserkrankungen. S. 85 ff. Verlag Georg Thieme, Leipzig 1932.

Unter „rauchender Schwefelsäure" versteht man eine Lösung von Schwefeltrioxyd in konz. Schwefelsäure: rauchende ölige Flüssigkeit („Oleum"), die an der Luft, besonders beim Erhitzen, weiße dicke Nebel entwickelt[1].

b) Schwefelsäure H_2SO_4

eine ölige Flüssigkeit von starker Aetz- und Reizwirkung auf die Schleimhäute; der Mensch muß bei Einatmung sehr heftig husten; die oberen Atemwege werden so gereizt, daß sie sich entzünden. Bei längerer Dauer der Einatmung kommt es auch zu Lungenschädigungen.

Schutz: Spezialatemfilter.

Hilfe und Heilung: Wie bei Reizgasen (Chlor usw.).

c) Schwefelchlorür S_2Cl_2

ein dunkelgelbes Oel von widerwärtigem, erstickendem Geruch, das die Augen und die oberen Atemwege stark reizt. Der in Gummifabriken verwendete Schwefelkohlenstoff enthält meistens 1—3 % Schwefelchlorür. Darum bestehen gerade in der Gummi-Industrie zahlreiche Vergiftungsmöglichkeiten.

Schutz: Spezialatemfilter.

Hilfe und Heilung: Wie bei den übrigen Reizgasen (Chlor, Phosgen usw.).

In diesem Zusammenhang sei auch noch kurz

Selenwasserstoff H_2Se

erwähnt, ein farbloses Gas, das nach faulem Rettich riecht. Es findet hauptsächlich Verwendung in der Glasindustrie, zum Beispiel bei der Entfärbung von eisenhaltigem Glas und zum Rosafärben von Glas.

Selenwasserstoff ist ebenfalls ein sehr starker Reizstoff für die oberen Atemwege, für die Augen und für die Haut. Schon geringste Mengen rufen heftiges Niesen hervor mit langanhaltendem Schnupfen; der Geruch geht verloren, die Stimme wird heiser; auch bekommt man heftige, stechende Kopfschmerzen und einen Druck auf der Brust. Alle diese Beschwerden halten so lange an, als noch elementares Selen in den Schleimhäuten vorhanden ist.

C. Stickstoffverbindungen

I. Stickstoff

Stickstoff selbst ist reizlos und ungiftig. Die Erstickung beim Menschen tritt dadurch ein, daß der für die Atmung notwendige Sauerstoff abgesperrt wird.

---

[1] Flury und Zernik: a. a. O. S. 145.

Eine sehr wichtige Stickstoffverbindung

II. Ammoniak NH_3

haben wir bereits abgehandelt bei den Gasen in der Kälte-Industrie (vgl. S. 153 ff.). Ammoniak ist — wie wir sahen — ein sehr starker Reizstoff für die Atemwege und auch für die Augen. Diese Reizwirkung ist so vordringend, daß die Wirkung auf das Nervensystem nicht eine so große Rolle spielt.

Aehnlich wie Ammoniak wirken

III. Chlorstickstoff NCl_3

(ein dünnes Oel; die Vergiftungsmöglichkeiten bestehen hauptsächlich bei der Herstellung von Schießpulver aus chlorhaltigem Salpeter) und

Stickstoffwasserstoffsäure N_3H

(eine wasserhelle Flüssigkeit von stechendem Geruch; ebenfalls ein starker Reizstoff, wahrscheinlich auch ein Blutgift).

Sehr wichtig sind die Sauerstoffverbindungen des Stickstoffes. Hier stehen an der Spitze

Stickdioxyd NO_2

und

Sticktetraoxyd N_2O_4

die sogenannten „nitrose Gase", die vorwiegend Reizstoffe sind und, dem Phosgen vergleichbar, schwere Schädigungen in den Lungen mit all ihren Folgeerscheinungen hervorrufen.

Aehnlich wie die nitrosen Gase wirken die Dämpfe der Salpetersäure HNO_3 und des Nitrosylchlorids NOCl (also ein Chlorid der salpetrigen Säure).

Ferner müssen wir von den Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs noch kurz betrachten das

Stickoxydul N_2O (vgl. S. 175)

(das sogenannte „Lachgas", das kein Reizgas ist, sondern reines Stickgas, also lediglich erstickend wirkt durch Sperrung der Sauerstoffzufuhr) und schließlich

Stickoxyd NO,

das ein schweres Blutgift ist, weil es das Oxyhämoglobin des Blutes schnell in Methämoglobin überführt.

Die wichtigsten und gefährlichsten von all diesen Verbindungen sind aber

IV. die nitrosen Gase und Dämpfe

Darunter versteht man eigentlich ein Gemisch verschiedener Oxyde des Stickstoffes, aber hauptsächlich Stickdioxyd NO_2 und Sticktetraoxyd N_2O_4. Diese Gemische entstehen durch Oxydation von Stickoxyd NO oder Stickstoffsesquioxyd N_2O_3 an der Luft.

Wenn wir zum Beispiel Salpetersäure HNO_3 auf Metalle, Sägespäne usw. wirken lassen, entstehen nitrose Gase und Dämpfe.

Eigenschaften:

N_2O_4 ist eine farblose Flüssigkeit, die sich bei 10° gelb färbt und bei 22° in rotbraune Dämpfe übergeht. Die Farbe der Dämpfe wird bei steigender Temperatur immer dunkler, bis sie bei hohen Temperaturen ganz schwarz wird. Diese Farbenänderung beruht darauf, daß N_2O_4 bei höheren Temperaturen in 2 NO_2 zerfällt.

Wo können wir uns vergiften?

Die Vergiftungsmöglichkeiten sind außerordentlich zahlreich zum Beispiel beim Arbeiten mit rauchender Salpetersäure, bei allen Nitrierprozessen in chemischen Fabriken, bei der Darstellung von Schießbaumwolle, Nitrozellulose, Zelluloid, Sprengstoffen usw., überhaupt bei der Einwirkung von Salpetersäure auf organische Stoffe; wenn also Salpetersäureballons bersten und der Inhalt auf Holz, Stroh, Papier kommt, dann entwickeln sich gewaltige Mengen roter Dämpfe; diese roten Dämpfe sind nitrose Gase; ebenso entwickeln sie sich auch bei Filmbränden.

Ferner bestehen Vergiftungsmöglichkeiten in der Kunstdüngerindustrie, beim Metallbeizen und -ätzen; vor allem beim langsamen Abbrennen von Schießbaumwolle, Dynamit. Explodieren dagegen diese Stoffe, dann entstehen nur wenig Stickoxyde, aber sehr viel Kohlenoxyd.

Wie wirken die nitrosen Gase?

Die nitrosen Gase sind ähnlich wie Phosgen typische Reizgase für die Lungen und in geringerem Grade auch für die oberen Atemwege, die sogar angeätzt werden können. Stickoxyd in Form von N_2O_4 reagiert mit Wasser unter Bildung von salpetriger Säure und Salpetersäure. Diese Säuren sind es, die an den Atmungsorganen die schädigende Wirkung hervorrufen. Darum hat die Giftwirkung der nitrosen Gase große Aehnlichkeit mit der Phosgenwirkung, weil eben beide Gase nach der Einwirkung in Säuren zerfallen. Aber außerdem haben wir noch eine sogenannte „Nitritwirkung", die in einer Erweiterung der Blutgefäße besteht, im Sinken des Blutdruckes und in Methämoglobinbildung, ferner auch in leicht narkotischer Wirkung auf das Nervensystem und noch in allgemeinen Giftwirkungen (besonders Schädigungen des Herzmuskels). Die Nitritwirkung wird höchstwahrscheinlich zurückzuführen sein auf die Wirkung von Stickoxyd NO.

Ueberhaupt ist es der wechselnde Gehalt der nitrosen Gase an Stickoxyd, der die verschiedenen Krankheitsbilder hervorruft.

In der Regel haben wir ein Krankheitsbild wie bei einer Phosgenvergiftung, aber nicht selten auch Krankheitsbilder, bei denen die sogenannte Nitritwirkung (Blutveränderungen, allgemeine Vergiftungserscheinungen usw.) vorherrscht.

Flury und Zernik[1] unterscheiden deswegen vier verschiedene Formen, in denen die einzelnen Nitrosevergiftungen verlaufen:

1. Reizgastypus: Zunächst mehr oder weniger starke Reizerscheinungen, dann ein Latenzstadium, in dem der Kranke sich durchaus wohlfühlen kann; dann, genau wie bei einer Phosgenvergiftung: Auftreten von Lungenödem, Atemnot, Cyanose, Tod nach 1—2 Tagen.

2. Reversibler Typus: Kurz nach der Einatmung: Atemnot, Cyanose, Benommenheit, starke Methämoglobinbildung, kein Lungenödem. Bleibt der Vergiftete längere Zeit in der giftigen Atmosphäre, dann rascher Tod; bei schleuniger Entfernung aus der giftigen Atmospäre oft schnelle Heilung.

3. Shocktypus: Sofort nach der Einatmung schwere Vergiftungssymptome, Krämpfe, Atemstillstand. Dieser Typus ist selten und tritt meistens nur auf bei Einatmung höchster Konzentrationen. Der Tod erfolgt höchstwahrscheinlich durch Unterbrechung des Lungenkreislaufes.

4. Kombinierter Typus: Sofort nach der Einatmung Schwindel, Benommenheit, Taumeln. Wird der Kranke aus der giftigen Atmosphäre gebracht, dann erholt er sich zunächst scheinbar; nach einigen Stunden tritt aber Atemnot ein, Lungenödem, Cyanose; der Tod erfolgt durch Lungenödem.

Charakteristisch ist — genau wie bei der Phosgenvergiftung — der heimtückische Charakter der Nitrosevergiftung. Man kann also nitrose Dämpfe einatmen und sich durchaus mehrere Stunden dabei wohlfühlen, abgesehen von einigen Belästigungen im Anfangsstadium, wie Hustenreiz, Kopfschmerz, gelegentlichem Erbrechen. Dann tritt Atemnot ein, weil sich ein Lungenödem entwickelt, die Atemnot verstärkt sich immer mehr, Hustenstöße fördern aus Mund und Nase einen schaumigen, zunächst gelben, später braunroten Auswurf heraus; das Gesicht wird blaurot, das Lungenödem wird so stark, daß der Mensch in seiner eigenen Blutflüssigkeit ertrinkt.

Hilfe und Heilung.

Wie bei der Phosgenvergiftung, also vollkommene Ruhe, Wärme, Sauerstoff, Herzmittel, Aderlaß, keine künstliche Beatmung (vgl. S. 91 ff.).

Wichtig für den Arzt!

Es wird nach dem Aderlaß eine intravenöse Injektion (20—100 cm^3) einer 10—20proz. Glucoselösung empfohlen.

Schutz: Spezialatemfilter, Schutzkleidung.

Auslaufende Säure mit viel Wasser verdünnen; am besten ist — wenn gerade zur Hand — Aufwerfen von Kalk[2]. Aufwerfen von

[1] a. a. O. S. 159 ff.
[2] Hampe, Erich: Der Mensch und die Gase, 1932, Berlin, Räder-Verlag, S. 23.

organischen Stoffen, wie Sägemehl, Stroh, auch Erde, nützt nicht nur nicht, sondern erhöht noch die Gefahren.

V. Salpetersäure HNO_3

Eine farblose Flüssigkeit von stechend-ätzendem Geruch, die durch Oxydation des Luftstickstoffes dargestellt wird. Salpetersäure zersetzt sich schon bei gewöhnlicher Temperatur unter Abspaltung von Sauerstoff; hierbei werden nitrose Gase frei und färben die Säure gelblich.

Die rauchende Salpetersäure des Handels (Acidum nitricum fumans) ist reich an gelösten gelbroten Stickoxyden.

Hilfe und Heilung:

Wie bei den nitrosen Gasen und wie bei Phosgen (vgl. S. 91 ff.).

VI. Stickoxydul N_2O

(Lachgas)

Ein farbloses Gas von angenehmem Geruch, wird gern benutzt zur Rauschnarkose.

Bei längerer Einwirkung des reinen Gases kommt es zur Erstickung. Führt man zu gleicher Zeit etwa 20 % Sauerstoff zu, dann tritt hauptsächlich eine narkotische Wirkung ein. Zwar ist die Narkose nicht sehr tief, sondern es handelt sich mehr um einen Rauschzustand, in dem die Schmerzempfindung ziemlich aufgehoben wird. Der Kranke ist dann auffallend guter Stimmung, daher wird auch Stickoxydul „Lachgas" genannt.

Hilfe und Heilung.

Wie bei den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung (Chloroform, Kohlenoxyd, Blausäure usw.): hauptsächlich Sauerstoffzufuhr, evtl. unter 5 % Kohlensäurezusatz. Sollte es zu einem Lungenödem kommen, dann Aderlaß.

D. Phosphorverbindungen

I. Phosphor P_4

Der elementare Phosphor (P_4) ist eine kristallinische Masse, die sich bereits bei Zimmertemperatur verflüchtigt.

Phosphor ist ein starkes Stoffwechselgift. Akute Vergiftungen sind im täglichen Leben selten geworden, besonders seitdem der gelbe Phosphor in der Zündholzfabrikation verboten worden ist. Dafür ist um so häufiger die chronische Vergiftung in der Zündholzfabrikation, besonders bei Menschen, die schlechte Zähne haben; hier ist am bekanntesten die Schädigung des Kiefers, der sogenannte Phosphorkiefer, bei der die Kieferknochen einer allmählichen Zerstörung

anheimfallen; sie wird besonders begünstigt durch den Eintritt von Bakterien infolge schadhafter Zähne.

Es kann sogar bei der chronischen Phosphorvergiftung zu einer auffallenden Brüchigkeit der großen Röhrenknochen kommen; die Ursache scheint in einer Ernährungsstörung der Knochen durch Einatmung von Phosphor zu liegen.

Wichtig ist, daß in Betrieben, in denen Phosphor verarbeitet wird, Arbeiter mit Zahnerkrankungen frühzeitig ausgeschlossen werden, und daß die Arbeiter, die die Anfangssymptome einer Vergiftung (Appetitlosigkeit, Verdauungsstörungen, mäßige gelbliche Verfärbung der Bindehaut) zeigen, aus den Betrieben herausgenommen werden.

Bei Phosphorbrandwunden: Abwaschen der Wunden mit 5proz. Kupfersulfatlösung, dann Salbenverbände.

Im Kriege spielte besonders bei der Marine eine Rolle die Vergiftung durch

II. Phosphorwasserstoff PH_3

und zwar auf den U-Booten und den Torpedobooten. Phosphorwasserstoff kann zum Beispiel entstehen durch Berühren des Phosphorkalziums der Torpedoleuchtspitzen mit Wasser[1].

Phosphorwasserstoff ist ein farbloses Gas, das in reinem Zustande fast geruchlos ist, in unreinem Zustande nach faulen Fischen, aber auch etwas nach Karbid riecht. Es ist ein Nerven- und Stoffwechselgift.

Die Beschwerden äußern sich durch Atemnot, Schmerzen hinter dem Brustbein, schweren Kopf, Schwindel; bei Einatmung starker Konzentrationen kommt es schnell zu einer Betäubung mit Zuckungen der Glieder und Pupillenerweiterung, ähnlich wie bei der Blausäurevergiftung.

Hilfe und Heilung.

Wesentlich ist Sauerstoffzufuhr und die Zuführung von Herzmitteln; evtl. ist ein kleiner Aderlaß angebracht.

III. Chloride des Phosphors.

Phosphortrichlorid (PCl_3) ist eine farblose Flüssigkeit von ätzendem Geruch und Phosphorpentachlorid (PCl_5) ist eine gelbliche kristallinische Masse.

Die Vergiftungsmöglichkeiten bestehen eigentlich nur in chemischen Fabriken, in denen Phosphor verarbeitet wird.

Beide Chloride reizen besonders die oberen Atemwege, es sind also typische Reiz- und Aetzgase und werden dementsprechend wie Chlor-, Phosgenvergiftungen behandelt.

[1] Muntsch, Otto: a. a. O. S. 83.

E. Arsenverbindungen

I. Die wichtigsten *organischen* Arsenverbindungen haben wir bereits kennengelernt als Blaukreuzkampfstoffe:

Clark I (Diphenylarsinchlorid)
Clark II (Diphenylarsincyanid)
Adamsit (Diphenylaminarsinchlorid)
Dick (Aethylarsindichlorid).

Dieser letztere Kampfstoff wurde im Weltkriege von deutscher Seite auch als Gelbkreuz I bezeichnet und später als Grünkreuz 3.

Diese organischen Arsine wurden im Kriege als außerordentlich starke Nasen-Rachen-Reizstoffe zum Durchschlagen der Gasmasken (darum „Maskenbrecher" genannt) benutzt. Diese Stoffe haben wir bei den Blaukreuzkampfstoffen eingehend besprochen (vgl. VII. Kapitel S. 134 ff.).

II. Von den *anorganischen* Arsenverbindungen müssen wir hier noch erwähnen:

1. Arsenwasserstoff AsH_3

Ein farbloses Gas vom Litergewicht 3,24 g, das bei — 55° zu einer wasserhellen Flüssigkeit von ziemlicher Beständigkeit wird.

Arsenwasserstoff ist in reinem Zustande völlig geruchlos, es zersetzt sich aber leicht und nimmt dann einen Knoblauchgeruch an.

Die Vergiftungsmöglichkeiten sind außerordentlich zahlreich; denn Arsen ist in vielen Metallen, wie Zink, Kupfer, Blei, Wismut und in Erzen enthalten (Schwefelkies). Da diese Metalle häufig eine fabrikatorische Verwendung finden (beim Löten und Aetzen von Metallen, beim Verzinken, Verbleien usw.), so können bei Verarbeitung dieses arsenhaltigen Materials Arsenvergiftungen zustande kommen.

Arsenwasserstoff ist vor allem ein Nerven- und Blutgift. Der Mechanismus der Wirkung ist noch nicht ganz geklärt.

Wie zeigt sich eine Arsenwasserstoffvergiftung?

In *leichten* Fällen bleibt es meistens nur bei Kopfschmerzen und einem Gefühl der Uebelkeit; alle akuten Vergiftungserscheinungen entwickeln sich schon in den ersten Stunden nach der Vergiftung.

Bei *mittelschweren* Fällen haben wir ein stärkeres Uebelbefinden mit Schwindel und Schwäche, heftigeren Kopfschmerzen, Erbrechen. Nach 1—2 Tagen tritt Gelbsucht auf. Häufig bestehen verschiedene Formen von Nervenschmerzen; auch ist nicht selten Blut im Urin.

In *schweren* Fällen steigern sich diese Erscheinungen zur Unerträglichkeit, vor allen Dingen haben wir ein unstillbares Erbrechen; das Erbrochene ist bluthaltig. Der Mensch bekommt ein großes Angstgefühl, es tritt Atemnot auf mit heftigem Herzklopfen. Nach 8—12 Stun-

den zeigen sich die Schädigungen des Blutes, und zwar blutiger Urin und Schmerzen in der Nierengegend und beim Wasserlassen; die Milz schwillt an durch Aufnahme der zerstörten Blutkörperchen, ebenfalls schwillt die Leber an, die stark in Anspruch genommen wird beim Abbau des gelösten Blutfarbstoffes. Die Zahl der roten Blutkörperchen kann bis unter 1 Million im Kubikmillimeter fallen, so daß wir eine sehr starke Anämie haben. Das Blut selbst ist dunkellackfarben. Der Tod nach akuter Arsenwasserstoffvergiftung tritt etwa nach 2—3 Tagen ein, meistens aber noch später unter allgemeinem Verfall, Atemnot, Delirien, Krämpfen. Die Sterblichkeit nach Arsenwasserstoffvergiftungen ist groß (etwa 30 %).

Hilfe und Heilung.

Wie hilft der Arzt?

Vor allem heraus aus der giftigen Atmosphäre. Den Sauerstoffmangel im Blut beseitigen wir am besten durch tagelange Sauerstoffeinatmung. Das Herz muß stark mit Herzmitteln gestützt werden, eventuell macht man einen kleinen Aderlaß mit nachfolgender Infusion von physiologischer Kochsalzlösung. Die Diurese muß gefördert werden durch Diuretin usw. Gegen das heftige Erbrechen mit den starken Schmerzen im Leib: Morphium.

Schutz: Spezialatemfilter.

2. Arsentrichlorid $AsCl_3$

Eine farblose, ölige Flüssigkeit, die an der Luft raucht. Sie wurde bereits 1648 von Glauber entdeckt durch Einwirkung von Kochsalz und Schwefelsäure auf Arsenik.

Im Weltkriege wurde Arsentrichlorid im Gaskampf häufig als Lösungsmittel benutzt für Blausäure, Phosgen, Jodessigester. In Friedenszeiten bestehen Vergiftungsmöglichkeiten besonders beim Beizen von Metallen.

Arsentrichlorid ist ein starker Reizstoff für alle Schleimhäute und wirkt auch auf die Lungen heftig ein; man muß dann mit einer resorptiven Arsenwirkung rechnen.

Flüssiges Arsentrichlorid ätzt die Haut und ruft sehr schmerzhafte Entzündungen hervor; sehr empfindlich sind die Augen. Besonders die Hornhaut des Auges wird durch unverdünntes Arsentrichlorid stark verätzt.

Durch viel Wasser wird Arsentrichlorid schnell zersetzt.

Als Nasen-Rachen-Reizstoff spielt es gegenüber den Blaukreuzkampfstoffen eine untergeordnete Rolle.

Hilfe und Heilung.

Als Reizgas wird es ebenso wie Chlor, Phosgen (vgl. S. 91 ff.) behandelt.

3. Arsentrioxyd As_2O_3

Eine weiße, häufig kristallinische Masse, die wenig löslich in Wasser ist. Arsentrioxyd ist ein ausgesprochenes Stoffwechsel- und Kapillargift.

Die Vergiftungsmöglichkeiten bestehen besonders in Arsenhütten, bei der Glasfabrikation usw.

Hilfe und Heilung: rein symptomatisch.

F. Einige wichtige Metallverbindungen

I. Zinkoxyd ZnO

Zinkoxyd ruft das sogenannte „Gießfieber" hervor, eine fieberhafte Erkrankung, die unter dem Bilde eines infektiösen Katarrhs der Luftwege verläuft und überall da auftreten kann, wo Zink über seinen Siedepunkt erhitzt wird, zum Beispiel in Messinggießereien, beim autogenen Schweißen von Zinkblech usw.

Wie zeigt sich das Bild einer Zinkoxydvergiftung?

Charakteristisch ist, daß während der Einatmung von zinkoxydhaltiger Luft zunächst keine besondere Belästigung stattfindet, sondern erst 6—8 Stunden später fühlt sich der Vergiftete oft ganz plötzlich sehr müde und klagt über Schwere in den Beinen; dann tritt Frösteln und Schüttelfrost ein, der allmählich in Fieber übergeht. Der Puls ist beschleunigt, nach einigen Stunden Schlaf erfolgt Erwachen unter Schweißausbruch; nach dem Schweißausbruch sind häufig die Beschwerden wieder geschwunden.

Hilfe und Heilung.

Nach der Gießarbeit sind heiße Bäder zu empfehlen, die den Anfall lindern oder sogar verhüten sollen. Weiter werden empfohlen warme Getränke und schweiß- und harntreibende Mittel und Kalkpräparate.

Schutz: Spezialatemfilter.

II. Quecksilber Hg

Akute Vergiftungen (zum Beispiel durch Erhitzen von Quecksilber, beim Platzen von Quecksilberapparaten, in der Schädlingsbekämpfung bei der Einatmung von quecksilberhaltigen Saatgutbeizen in Staubform, wie Germisan, Uspulun usw.) sind nicht sehr häufig. Aber die Möglichkeiten zu einer chronischen Quecksilbervergiftung sind desto zahlreicher (zum Beispiel in Quecksilbergruben, in Laboratorien, in der Industrie bei der Herstellung von Quecksilberpräparaten, bei der Herstellung von Glühbirnen, Röntgenröhren, Thermometern usw.).

Bei der akuten Vergiftung handelt es sich hauptsächlich um Wirkungen auf den Verdauungskanal (metallischer Geschmack im Munde,

später schwere Zahnfleischentzündungen, Leibschmerzen, Erbrechen, nach einigen Stunden Durchfall) und um Nierenstörungen (viel Eiweiß im Urin, häufig auch Blut und Zylinder).

Bei der chronischen Vergiftung steht die Wirkung auf das Zentralnervensystem mehr im Vordergrund. Sie beginnt ebenfalls mit Zahnfleischentzündungen, später treten Ernährungsstörungen auf, Gewichtsabnahme, Reizbarkeit, Zittern der Finger — das sich bei Aufregung des Kranken noch steigert — Schmerzen in den Gelenken und Extremitäten.

Hilfe und Heilung.

Bei akuter Vergiftung Milchdiät und Kräftigung der Herztätigkeit; es wird auch empfohlen, mehrmals täglich 0,1—1,0 g Natriumthiosulfat intravenös zu geben, ebenso Traubenzucker, ferner 14 Tage lang je 1 g thioessigsaures Strontium, innerlich[1].

Bei einer chronischen Quecksilbervergiftung ist es zunächst wichtig, daß die Quelle der Vergiftung beseitigt wird (zeitweilige Entfernung aus dem Betriebe); dann gute Ernährung, Bewegung im Freien, Milch, *kein Alkohol*, Jodkali in steigender Dosis und warme Bäder, Mineralwasserkuren, um Quecksilber beschleunigt auszuscheiden. Bei Zittern der Finger: abwechselnd galvanischer und faradischer Strom. Gegen Speichelfluß Atropin, subkutan; gegen Zahnfleischentzündung adstringierende Mundwässer.

Wichtig ist die Prophylaxe in Quecksilberbetrieben. Vor allen Dingen nicht Quecksilber auf den Boden verschütten. Sorgfältige Mund- und Zahnpflege. *Tuberkuloseverdächtige* und *Nierenkranke* dürfen grundsätzlich in Quecksilberbetrieben *nicht eingestellt* werden. Es müssen die Arbeiter durch Spezialatemfilter geschützt werden.

III. Blei

Die Haupteingangspforte für Bleivergiftungen sind die Atemorgane, die Blei in Form von Dämpfen und als Staub aufnehmen; die größere Rolle spielt aber der Staub. Die Vergiftungsmöglichkeiten sind außerordentlich zahlreich, zum Beispiel bei der Bleiverhüttung, bei Bleilegierungen, in Schriftgießereien, bei autogenen Schweiß- und Schneidearbeiten, beim Abschleifen von Bleianstrichen, bei der Herstellung von Bleigeräten und Bleifarbe (Mennige).

Blei ist, wie alle Schwermetalle, ein Protoplasmagift, und zwar greift es die Bestandteile des Blutes, des Knochenmarkes und des Nervensystems an. Die Wirkung ist langanhaltend; es bilden sich im Körper *Bleidepots*.

---

[1] Flury und Zernik: a. a. O. S. 237.

Wie äußert sich eine Bleivergiftung?

Akute Bleivergiftungen sind nicht häufig; bei der chronischen Bleivergiftung sind die Erscheinungen, besonders im Anfang, sehr verschieden. Der Grund scheint die individuelle Empfindlichkeit gegen Blei zu sein. Bleivergiftungen treten oft erst nach Monaten auf. Die ersten Anzeichen sind: Mattigkeit, Abnahme des Körpergewichts, der sogenannte „Bleisaum", das heißt ein schmaler blau-grauer Streifen dicht am Zahnfleischrande. Es besteht ein übler Mundgeruch; geringer Appetit; die Haut wird gelblich-grau, das Blutbild verändert sich (reichliches Auftreten von Körnchenzellen).

Nach diesem Vorstadium kommt es zum eigentlichen Höhestadium, das sich äußert in Bleikolik, Gelenkschmerzen und Lähmungen. Neben Blutarmut tritt bald ein allmählicher Körperverfall ein.

Die wichtigsten Symptome sind also: Bleisaum, Körnchenzellen im Blut, Anämie, Koliken und Zittern.

Hilfe und Heilung.

Sofortige Entfernung aus dem Bleibetriebe; gegen Koliken: Atropin, Morphin, Opium; Sorge für Stuhlgang, da Blei hauptsächlich durch Kot und Harn ausgeschieden wird. Gegen die Anämie: Leberpräparate, aber kein Arsen! Gegen Lähmungen: Elektrotherapie, Massage; kräftige und fettreiche Ernährung. Kein Alkohol.

G. Noch einige wichtige Kohlenwasserstoffverbindungen

Ganz allgemein ist zu sagen, daß die niedrigen Kohlenwasserstoffe Methan, Aethan einfache Stickgase sind; die höheren Glieder dieser Gruppe haben eine narkotische Wirkung.

I. Methan CH_4

Am bekanntesten in Mischung mit 10—20 % Stickstoff als „Grubengas", das in den Höhlungen der Steinkohle vorkommt, dann im Bodenschlamm von Sümpfen und stehenden Gewässern und zu 30—50 % im Leuchtgas.

Methan ist ein Gas, das in Mischung mit Luft unter Explosion leicht entzündlich ist, die sogenannten „schlagenden Wetter". Wenn man Methan einatmet, bewirkt es Atemstillstand durch Sauerstoffabsperrung. Es ist ein reines Stickgas.

Die Kohlenwasserstoffe der höheren Glieder, zum Beispiel

II. Pentan C_5H_{12}

haben eine narkotische Wirkung; der Narkose geht ein Erregungsstadium voraus.

III. Benzin

ist ein Gemisch von mehreren Kohlenwasserstoffen, besonders von Pentan und Hexan. Unser Handelsbenzin enthält nicht nur gesättigte Kohlenwasserstoffe der Methanreihe, sondern viele andere ungesättigte Kohlenwasserstoffe.

Die Wirkung kleiner Mengen äußert sich in Rauschzuständen, Kopfschmerzen, Uebelkeit, Hustenreiz, die in der frischen Luft rasch wieder verschwinden.

Bei Einatmung größerer Mengen kommt es schnell zu Bewußtseinsstörungen. Die rauschähnlichen Zustände, die mit angenehmen Sinnesempfindungen des Gesichts und des Gehörs verbunden sind, machen manche Menschen, zum Beispiel Frauen in Handschuhwäschereien, „benzinsüchtig", um diese angenehmen Rauschzustände hervorzurufen.

IV. Acetylen $CH \vdots CH$

ist ein Gas, das in reinem Zustande schwach ätherisch riecht. Gemische von Acetylen mit Luft sind dann explosiv, wenn sie mehr als 2,8 und weniger als 73 % Acetylen enthalten. Bei der Explosion kommt es zu starker Rußbildung.

Acetylen ist ein Stickgas. Ist genügende Menge Sauerstoff vorhanden, dann wirkt es narkotisch, und darum wird es auch in einem Sauerstoffgemisch (60 % Acetylen und 40 % Sauerstoff) zu Narkosen benutzt.

Die Vergiftungsmöglichkeiten sind häufig, da Acetylen zum Schweißen und zu Beleuchtungszwecken benutzt wird.

V. Benzol, Toluol, Xylol

Es sind dieses Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe, die hauptsächlich als Nebenprodukte in der Koksindustrie gewonnen werden.

Die Möglichkeit der Vergiftung mit diesen flüssigen Verbindungen ist sehr groß, zum Beispiel in der Teerfarbenindustrie. Benzol ist ein bekannter Motorbetriebsstoff, außerdem ist es auch ein bekanntes Lösungsmittel; es findet ferner Verwendung in der Kautschukindustrie, beim Vulkanisieren usw.

Bei akuter Einatmung sind diese Verbindungen Nervengifte mit vorwiegend narkotischer Wirkung; bei chronischer Einatmung Blut- und Gefäßgifte.

Das Vergiftungsbild.

Bei kleineren Mengen tritt ein Reizzustand mit subjektivem Wohlbefinden ein. Die Kranken merken ihren Zustand nicht; sie werden bald schläfrig, es wird ihnen übel, sie müssen erbrechen. Die Luft riecht nach Benzol.

Bei Einatmung von größeren Mengen kommt es zu Krämpfen, zu Lähmungen und Bewußtlosigkeit; die Atmung wird langsamer, der Puls wird klein und der Blutdruck herabgesetzt.

Hilfe und Heilung.

Sofortige Entfernung aus der vergifteten Atmosphäre, frische Luft, Einatmung von Sauerstoff mit 5 % Kohlendioxyd, künstliche Atmung, reichlich Herzmittel (Koffein, Kampfer, Cardiazol, Lobelin), eventuell kleiner Aderlaß.

Prophylaxe und Schutz: Vorsicht beim Einsteigen in Tanks, nach Möglichkeit nur mit Schlauch- und Sauerstoffgeräten, im übrigen genügt auch ein Spezialatemfilter.

H. Einige wichtige Giftstoffe aus der Sprengstoffindustrie

Es handelt sich in der Hauptsache um
aromatische Nitro- und Aminoverbindungen.

Die Giftwirkung ist stark. Es sind im allgemeinen Blutgifte und zugleich Nervengifte, besonders die Nitroverbindungen. Die Mehrzahl der Vergiftungen erfolgt infolge von Resorption durch die Haut oder auch durch Einatmung des Staubes, so daß es sich infolge der langsamen Aufnahme meistens um mehr chronische Vergiftungen handelt.

Charakteristisch für die Vergiftung durch aromatische Nitro- und Aminokörper ist die Cyanose (Blaufärbung) namentlich der Lippen und Wangen und peripherer Körperstellen (Finger, Ohren usw.).

Ferner sind häufig durch die Arbeit mit Nitrokörpern die Hände gelbbraun verfärbt und die vorderen Haarpartien braunrot. Oft fehlen im Anfang Symtome der Vergiftung; es sind wohl Reizerscheinungen an den Schleimhäuten da, aber sie sind meistens nicht von großer Bedeutung. Doch dann treten bald Kopfschmerzen auf, Krämpfe, Lähmungen des Zentralnervensystems, Sehstörungen, Gefäßerweiterungen, Blutdrucksenkung, Methämoglobinbildung.

Charakteristisch ist die Veränderung des Blutbildes. Im Blutbild ist eine Veränderung der roten Blutkörperchen mit Degenerationserscheinungen festzustellen.

Die Empfindlichkeit gegen die Nitroverbindungen ist verschieden. Durch Alkohol wird die Empfindlichkeit gesteigert.

I. Nitrobenzol $C_6H_5NO_2$

Eine farblose bis gelbliche Flüssigkeit, die in ihrem Geruch an bittere Mandeln erinnert. Vergiftungsmöglichkeiten in der Sprengstoff- und Teerfarbenindustrie, ebenso in der Parfümerie- und Seifenindustrie. Die Vergiftungen von der Haut oder vom Magen aus sind häufiger als die durch Einatmung.

Das Vergiftungsbild.

Akute Vergiftungen durch kurzdauernde Einatmung von Nitrobenzol in Dampf- oder Nebelform sind selten; sie äußern sich in plötzlichen Störungen des Bewußtseins und in Lähmungserscheinungen.

Meistens handelt es sich um eine langsame Einatmung kleinerer Mengen; diese führt hauptsächlich zu Veränderungen des Blutes. Nitrobenzolvergiftete riechen stark nach bitteren Mandeln, ihre Gesichtsfarbe ist blaß und wird allmählich mehr schmutzig-blaugrau. Diese blaugraue Farbe haben wir besonders an Nase, Ohren, Lippen, Zahnfleisch, Fingern, Zehen, und sie tritt meistens erst nach einigen Stunden auf, ohne daß der Vergiftete sich besonders krank fühlt. Erst später wird der Gang schwankend, die Sprache lallend, Gehör- und Sehvermögen nehmen ab, die Augen sind starr.

Wie helfen wir dem Kranken?

Heraus aus der giftigen Atmosphäre, schleunigst Kleider wechseln, Reinigungsbad; besonders müssen die Haare und der Bart gesäubert werden. Dann reichliche Einatmung von Sauerstoff mit nachfolgender Infusion von physiologischer Kochsalzlösung, eventuell auch künstliche Atmung. Sollte Bewußtlosigkeit lange anhalten, dann Bluttransfusion. Abführmittel. Bei Kollaps: Eis- und Herzmittel.

II. Dinitrobenzol $C_6H_4 \cdot (NO_2)_2$

Gelblichweiße Tafeln, die fast unlöslich in Wasser sind, dagegen leicht löslich in Benzol.

Die Vergiftungsmöglichkeiten durch Einatmung des Staubes oder Dampfes sind besonders gegeben bei der Darstellung von Sprengstoff in Munitionsfabriken. Auch hier ist die Vergiftung von der Haut aus häufiger als die Vergiftung durch Einatmung.

Die Behandlung ist genau wie bei Nitrobenzol.

III. Trinitrotoluol $C_6H_2 \cdot CH_3 \cdot (NO_2)_3$

Hellgelbe Kristalle, die allmählich im Licht nachdunkeln und die die Haut gelb färben. Wenig löslich in Wasser, leicht löslich in Benzol.

Auch hier bestehen die meisten Vergiftungsmöglichkeiten bei Arbeitern in der Sprengstoffindustrie, in Munitionsfabriken durch Einatmung des Staubes.

Die Vergiftungserscheinungen sind Reizerscheinungen (Brennen der Augen, Kopfschmerzen, Husten, auf der Haut Jucken und Brennen mit Bläschenbildung; ferner allgemeine Wirkungen, die ausgelöst werden durch Resorption von seiten der Schleimhäute oder der Haut. Sie sind im ganzen aber schwächer als die Vergiftungserscheinungen bei Nitrobenzol).

Schwere Vergiftungserscheinungen sind hauptsächlich wohl auf Verunreinigungsprodukte zurückzuführen.

Die Leberschädigungen führen nicht selten zum Tode.

Jugendliche und blutarme, schwächliche Personen sind gegen Trinitrotoluol, wie überhaupt gegen alle aromatischen Nitro- und Aminoverbindungen stärker empfindlich; besonders empfindlich sind Frauen und Alkoholiker.

Hilfe und Heilung.

Wie bei Nitrobenzol.

IV. Dinitrophenol $C_6H_3 \cdot OH \cdot (NO_2)_2$

Gelblich-weiße Kristalle, die sich ebenfalls nur wenig in Wasser, aber leicht in Benzol lösen.

Vergiftungsmöglichkeiten sind hauptsächlich in der Teerfarben- und Sprengstoffindustrie gegeben durch Einatmung von Tröpfchen, Dämpfen. Die Aufnahme durch die Haut ist nicht von großer Bedeutung.

Die Giftwirkung ist schwächer als bei Nitrobenzol.

Hilfe und Heilung.

Wie bei Nitrobenzol.

V. Trinitrophenol (Pikrinsäure)

$C_6H_2 (OH) (NO_2)_3$

Hellgelbe Kristalle, die sich ziemlich leicht in Alkohol und Benzol lösen. Die Pikrinsäure färbt die Haut so intensiv gelb, daß die Arbeiter häufig gelb wie Kanarienvögel aussehen.

Die Vergiftungsmöglichkeiten durch Einatmung des Staubes und der Dämpfe sind besonders in der Teerfarben- und Sprengstoffindustrie gegeben.

Im allgemeinen ist die Pikrinsäure harmlos. Trotzdem wir auf dem Gasplatz Breloh große Mengen lagern und zu verarbeiten hatten, habe ich nie einen ernsteren Fall zu behandeln gehabt.

Die Wirkung beschränkt sich im wesentlichen auf Reizung der Haut — besonders in warmer Jahreszeit — wodurch brennende, juckende und nässende Ekzeme entstehen können. Auch die Schleimhäute von Augen, Nase, Mund, Kehlkopf werden gereizt. Die Kranken haben einen bitteren Geschmack im Munde; Speichel und Nasenschleim sind gelb gefärbt.

Allgemeine Vergiftungserscheinungen, wie Magenkatarrh, Bronchitis, Kopfschmerzen usw. spielen keine bedeutende Rolle.

Hilfe und Heilung.

Wie bei Nitrobenzol. Um die Gelbfärbung des Gesichts zu entfernen, werden Waschungen mit warmer Molke empfohlen. Die Gelbfärbung des Haares soll man mit warmer Traubenzuckerlösung beseitigen können.

VI. Anilin $C_6H_5 \cdot NH_2$

ist eine ölige Flüssigkeit, die sich am Licht bald dunkel färbt. Anilin wird gewonnen durch Reduktion von Nitrobenzol. Anilin verdunstet schon bei Zimmertemperatur und die Dämpfe sind etwa dreimal so schwer wie Luft. Anilin findet eine ausgedehnte Verwendung in der Teerfarben- und Gummiindustrie, wo es der heißen Gummimasse zwecks Beschleunigung der Vulkanisation zugesetzt wird.

Häufiger und gefährlicher als durch die Einatmung ist die Vergiftung von der äußeren Haut aus. Anilin ist ein Blut- und Nervengift.

Das Krankheitsbild.

In leichten Fällen haben wir nur eine bläuliche Verfärbung von Lippen, Ohren, Nase, Zahnfleisch; gleichzeitig tritt häufig der sogenannte „Anilinpips" auf: Erregung mit Schwatzhaftigkeit, Fröhlichkeit und mangelhaftem Orientierungsvermögen.

Bei mittelschweren Fällen haben wir neben der Blaufärbung noch Kopfschmerz, unsicheren Gang und eine schwerfällige Sprache; zuweilen auch Krämpfe und Blasenreizung.

Bei schweren Fällen tritt die Wirkung auf das Zentralnervensystem deutlich hervor. Würgen und Erbrechen sind häufig; Harnentleerung zuweilen erschwert; Gelenk- und Muskelschmerzen, Störungen des Sehvermögens und der Sprache sind nicht selten.

Der Dampf des Anilins besitzt so gut wie keine örtliche Reizwirkung.

Frauen sind gegen Anilinvergiftung empfindlicher als Männer; am resistentesten sind die Fettleibigen.

Hilfe und Heilung.

Schnellste Entfernung aus den Arbeitsräumen, Kleiderwechsel, Reinigungsbad. In schweren Fällen Sauerstoffzufuhr und künstliche Atmung. Bei Herzschwäche Koffein; in solchen Fällen ist auch ein Ader-

laß angezeigt. Sorge tragen für Harn- und Stuhlentleerung; viel Milch, Zitronen- und Essigsäurelimonade geben, Wärme. Gegen Augenschädigungen 1 % Borwasser.

Bei chronischer Vergiftung längere Erholung und nach Möglichkeit nicht Wiedereinstellung in derartige Betriebe.

Es ist noch zu erwähnen, daß bei längerer Beschäftigung mit Anilin bösartige Blasengeschwülste entstehen können, der sogenannte „Anilinkrebs" (Blasenbeschwerden und Blasenblutungen infolge von Geschwulstbildungen, die häufig nach vielen Jahren noch auftreten können, wenn der Erkrankte längst die Arbeit im Betriebe aufgegeben hat. Darum soll der Harn gefährdeter Arbeiter mehrmals im Jahre auf rote Blutkörperchen untersucht werden. Wenn der Verdacht auf Blasenschädigung besteht, dann unbedingt Blasenspiegelung [Cystoskopie]).

VII. Nitroglyzerin $C_3H_5(ONO_2)_3$

Oelige, farb- und geruchlose Flüssigkeit von süßem Geschmack.

Die Vergiftungsmöglichkeiten bestehen hauptsächlich beim Mischen in der Darstellung von Dynamit, Sprenggelatine, beim Füllen von Patronen usw.

Das Vergiftungsbild.

Schon geringe Mengen rufen ein kratzendes Gefühl im Halse hervor, ferner Schwindel. Größere Dosen erzeugen Reiz und Schmerzen im Halse, oft wochenlang anhaltende Kopfschmerzen zuerst in der Stirn, dann im Hinterkopf; ein Gefühl der Schwere im Körper, Unruhe, Erstickungserscheinungen.

Bei gleichzeitigem Alkoholmißbrauch treten Aufregungszustände auf mit Tobsuchtsanfällen.

Die chronische Vergiftung ist gekennzeichnet durch Schwäche und Anämie.

Im wesentlichen ist die Wirkung des Nitroglyzerins eine „Nitritwirkung" (vgl. S. 173), weil es im Körper teilweise zu Nitrit reduziert wird. Nitroglyzerin erweitert also die Gefäße und senkt den Blutdruck usw.

Hilfe und Heilung.

Im wesentlichen symptomatisch, eventuell künstliche Atmung, Herzmittel, Aderlaß.

11. Kapitel

Wie kommen wir weiter?

Wir müssen versuchen, auf diese Frage eine klare und eindeutige Antwort zu geben. Diese Antwort lautet:

1. durch Aufklärung,
2. durch schnelle Durchführung bestimmter Hilfs- und Schutzmaßnahmen.

Die Aufklärung ist das Primäre. Die Aufklärung ist also die Vorbedingung aller Schutz- und Hilfsmaßnahmen:

Erst Aufklärung, dann Schutz und Hilfe!

1. Aufklärung

Wen sollen wir aufklären? Alle!

Deutschland ist wehrlos und ist umgeben von Ländern, die aufs stärkste gerüstet sind; Deutschland besitzt nicht ein Militärflugzeug; im Westen steht Frankreich bereit mit 2700 Flugzeugen, im Osten Polen mit 1000 Flugzeugen und im Südosten die Tschechoslowakei mit 600 Flugzeugen; ganz abgesehen von der großen militärischen Macht, die außerdem in diesen Staaten konzentriert ist.

Der sicherste Schutz für Deutschland wäre, wenn alle diese Staaten so abrüsten würden, wie Deutschland abgerüstet hat; es muß deshalb bei jeder Abrüstungskonferenz alles versucht werden, um eine wirkliche Abrüstung aller Staaten durchzusetzen. Solange aber diese Staaten nicht abgerüstet haben, ist es unsere Pflicht, uns gegen alle uns drohenden Gefahren so gut zu schützen, wie es eben geht.

Der zivile Luftschutz ist seit Mai 1926 auf Grund der Pariser Vereinbarung über Luftfahrt dem Deutschen Reiche ausdrücklich gestattet worden. Trotzdem ist bis jetzt in Deutschland tatsächlich und praktisch auf diesem Gebiete wenig geleistet worden. Das muß anders werden!

Wir alle müssen uns, da wir alle gleicherweise bedroht sind, als Schicksalsgemeinschaft fühlen. Es müssen die Gewerkschafts- wie die Industrieverbände, es müssen die großen Rettungs- und Hilfsorganisationen wie die Schulen, es müssen alle zu einer Willensgemeinschaft zusammengeschweißt werden: Schutz unserm Volke vor den Giftgasen!

Parteipolitik hat hier nicht mitzusprechen; jeder, ob er politisch rechts oder links steht, muß in diesem Abwehrkampfe willkommen sein, wenn er ehrlich seine Bereitschaft erklärt.

Solange noch der Satz unter Völkern gilt, daß Not kein Gebot kennt, solange müssen wir Menschen damit rechnen, daß, selbst wenn Verträge abgeschlossen werden sollten, die den Gaskrieg verbieten, die Völker vertragsbrüchig werden. Solange die Völker nicht die Moral des ehrbaren Kaufmannes annehmen, der gewohnt ist, einen Wechsel, den er unterschrieben hat, einzulösen, solange haben alle Verträge nur einen sehr bedingten Wert.

Bei uns in Deutschland wird die Beschäftigung mit Giftgasen leicht verwechselt mit Militarismus, Kriegshetze, mit der Befürwortung eines Gaskrieges, und darum lehnen weite Volkskreise alle Aufklärungsbestrebungen ab. Wünscht denn der Gelehrte, der sich mit dem Krebs- und dem Tuberkuloseproblem beschäftigt, daß die Menschen an Krebs und Tuberkulose sterben sollen? Wünscht er nicht vielmehr, durch seine Studien die Menschheit von solchen Uebeln zu erlösen? So sollten wir alle — jeder an seinem Platze — an die Lösung des Giftgasproblems herangehen. Dann werden wir bald zu einer vernünftigen Lösung kommen. Ich bin überzeugt, daß dieselben Menschen, die jetzt einer Regierung Vorwürfe machen, weil sie sich mit Schutz- und Hilfsmaßnahmen gegen Giftgase beschäftigt, im Kriegsfalle oder schon bei größeren Unglücksfällen derselben Regierung die schwersten Vorwürfe machen würden, weil sie zum Schutze der Bevölkerung keine Vorsorge getroffen hätte.

Am wenigsten geschützt bleiben immer die großen Massen. Der reiche Mensch in seiner Villa mit den festen Fundamenten kann sich gegen Giftgase immer schützen; die große Masse der arbeitenden Bevölkerung in ihren leichten Wohnungen aber nicht. Darum sollte gerade die große Masse sich des Giftgasproblems annehmen.

Eine Patentlösung dieses Problems gibt es nicht. Oder wäre das vielleicht eine Patentlösung, daß wir den Krieg verdammen? Den Krieg verdammt wohl gerade der am meisten, der die Gefahren zukünftiger Kriege kennt. Und es muß darum unser heißestes Bemühen bleiben, die Möglichkeit zukünftiger Kriege auszuschalten. Aber wir müssen klare Köpfe und klare Sinne behalten; und dann werden wir leider zu der Einsicht kommen, daß wir die Gefahren zukünftiger Kriege bis jetzt noch nicht aus der Welt schaffen können. Deshalb müssen wir uns bescheiden und uns mit dem zufrieden geben, was wir erreichen können: das ist vor allem Aufkärung.

Ein aufgeklärtes, wissendes Volk wird immer ein friedliebendes Volk sein. Darum sollte jede Regierung die Aufklärung des Volkes über die Gefahren neuer Kriege und damit über die Gefahren der Giftgase als ihre vornehmste Pflicht ansehen. Die Regierung muß führen; sie darf sich darin nicht beirren lassen durch irgendwelche Stimmungen; denn die Masse einer Bevölkerung kann nicht wissen, um was es geht.

Die Aufklärung über Wesen und Wirkung der Giftgase hat bereits in der Schule zu beginnen. Ein guter naturwissenschaftlicher Unterricht ist immer noch die beste Grundlage aller Aufklärung. Die Kinder müssen schon lernen, wie uns die Giftgase täglich im Leben umlauern, zum Beispiel das Kohlenoxyd, das in großen Mengen in unserm Leuchtgas vorhanden ist. Leuchtgas wird so mannigfaltig in den Haushalten benutzt bei Gaskochern, Gasbadeöfen usw.; in unsern Garagen stehen die Kinder herum, wenn der Chauffeur den Motor ankurbelt, und gerade die Auspuffgase können in geschlossenen Garagen die gefährlichsten Kohlenoxydvergiftungen bringen. Weiter müssen die Kinder die Gase in der Schädlingsbekämpfung, die Gase in der Kälteindustrie kennenlernen. (Ammoniakvergiftungen in Kühlhäusern, Schwefeldioxydvergiftungen bei schadhaften elektrischen Eisschränken.) Säureballons können ausfließen, Filme können brennen, und dadurch entwickeln sich die gefährlichen Nitrosegase usw. usw.

Die Ausbreitung dieser Giftgasgefahren im täglichen Leben hat also mit zunehmender Technik ganz bedeutend zugenommen.

Von all diesen Dingen wissen die Kinder und die meisten Erwachsenen nichts. Es fehlen ihnen auch häufig die elementarsten Kenntnisse in der ersten Hilfeleistung. Es dürfte grundsätzlich kein Kind eine Schule verlassen, das nicht eine künstliche Beatmung vollkommen beherrscht. Es scheint in unsern Schulen doch sonst durchaus ein moderner, praktischer Geist zu wehen. Die Kinder werden zum Beispiel unterrichtet, wie sie sich in den großstädtischen Verkehr einzufügen haben, so daß man sich häufig freut, welch gute Straßendisziplin gerade von Kindern gehalten wird.

Da die Giftgase bei uns in Deutschland immer wieder in Verbindung mit dem Begriff „Krieg" gebracht werden, so herrscht eine eigenartige Scheu, über Giftgase zu sprechen. Wenn wir doch endlich davon ausgehen wollten, daß sehr viele Giftgase, die wir im Kriege zum Töten benutzen, im Frieden oft treue Gefährten menschlicher Arbeit sind, und daß chemische Produktionsprozesse mit den segensreichen Produkten für die Menschheit, wie die Medikamente usw., ohne chemische Giftstoffe gar nicht denkbar sind, dann würde unsere Einstellung zu den chemischen Giftstoffen eine ganz andere sein. In andern Ländern der Welt denkt man über Aufklärung anders und ist hier nicht von dieser ängstlichen Zurückhaltung; sondern fast in allen Schulen der Welt beschäftigt man sich mit dem Giftgasproblem.

Nun ist es gewiß für die meisten Lehrer nicht einfach, über diese Dinge Unterricht zu geben, da ihnen diese Welt zu sehr verschlossen ist; sie haben auf den pädagogischen Akademien und Hochschulen selbst zu wenig Gelegenheit gehabt, sich mit der Welt der Giftgase vertraut zu machen. Und das ist die Wurzel alles Uebels.

Auf unsern Hochschulen haben wir eine gewaltige Spezialisierung der meisten Fächer durchgeführt. Nun ist aber die Gaswissenschaft ein

Grenzgebiet sehr vieler Sonderfächer. Es greifen in diese Wissenschaft hinein: Chemie, Physik, Pharmakologie, dann wiederum bei der Hilfe und Heilung von Gasvergiftungen die verschiedensten Sonderfächer der Medizin, wie innere Medizin (Wirkung von Einatmungsgiften), die Hautklinik (schwere Hautschädigungen durch flüssige chemische Stoffe), die Augenklinik (Augenschädigungen), Hals-, Nasen-, Ohrenklinik usw. Darum ist es unmöglich, daß die Gaswissenschaft so nebenbei gelehrt wird; denn der Chemiker wird zu sehr die chemische Seite betrachten; der Pharmakologe zu sehr die pharmakologische Wirkung, der innere Mediziner zu sehr die Wirkung der Einatmungsgifte, der Hautkliniker zu sehr die Wirkung flüssiger chemischer Substanzen; und dabei können die flüssigen und sogar die festen chemischen Substanzen, wenn sie verdampft und vergast werden, zu den schwersten Einatmungsgiften werden, so daß sie dann wieder zum Ressort des inneren Klinikers gehören.

Kurz, wenn wir weiterkommen wollen, muß die so außerordentlich wichtige Gaswissenschaft, weil sie Grenzgebiet sehr vieler wissenschaftlicher Disziplinen ist, als Spezialfach auf den Hochschulen gelehrt werden. Bei der unendlich großen Bedeutung der Giftgase für die Menschheit müssen Lehrstühle für Gaswissenschaft errichtet werden, da man unmöglich vom Chemiker oder Pharmakologen verlangen kann, daß sie zugleich Hilfe und Heilung lehren; anderseits kann man vom inneren Mediziner oder Hautspezialisten nicht verlangen, daß sie die Chemie und Pharmakologie der Giftgase lehren. Ganz abgesehen davon, daß noch in das Gebiet der Gaswissenschaft der komplizierte Gasschutz fällt, der fast schon wieder ein Spezialistentum verlangt.

Es wird also nur *dann* ein guter Unterricht in Schulen erteilt werden können, wenn die Studierenden auf den Hochschulen Gelegenheit haben, von anerkannten Gasspezialisten Belehrung zu empfangen.

Diese Ueberlegungen gelten noch mehr für die medizinischen Fakultäten. Trotz aller Gasschutzmaßnahmen werden wir immer wieder bei Unglücksfällen und in Kriegszeiten einen sehr großen Teil gasvergifteter Menschen haben. Wie mangelhaft ist auf diesem Gebiete die Ausbildung der Mediziner!

Wir können nun aber wegen der gewaltigen Rüstungen fast aller Länder, die an das abgerüstete Deutschland grenzen, nicht warten, bis eine wirklich gut durchgebildete Lehrer- und Aerztegeneration da ist, sondern die Aufklärung muß schon *jetzt* einsetzen zum mindesten bei den Personen, die zur Rettung und Hilfe ihrer Mitmenschen berufen sind.

Wie man in dieser Zeit größter Wirtschaftszerrüttung mit all den vielen Zusammenbrüchen Wirtschaftsprüfer für das Wirtschaftsleben eingesetzt hat, so sollte die Regierung die wenigen wirklichen Gasspezialisten, die es in Deutschland gibt, einberufen, damit auf Grund ihrer Vorschläge nach einheitlichen Gesichtspunkten die Aufklärung durchgeführt wird.

Zunächst müßte die Aufklärung einsetzen bei den Aerzten, dann beim gesamten Heilpersonal, den Sanitätskolonnen, bei den Arbeiter-Samariterbünden, bei den Feuerwehren, den Rettungsgesellschaften, bei der Technischen Nothilfe, bei Mitgliedern von Automobilklubs; vor allem aber auch bei den Personen, die im Verkehrs- (Eisenbahnen usw.), Sicherheits- (Polizei usw.) und Wachdienst beschäftigt sind.

Der gute Wille, aufzuklären, ist durchaus da — das kann ich wenigstens von sehr vielen Aerzten sagen —, aber es fehlt ihnen an den notwendigen Kenntnissen für einen guten Unterricht. Aus den vielen Anfragen, die ich bekomme von Aerzten, Polizei-Offizieren, Feuerwehren und sonstigen Organisationen, sehe ich immer wieder, wie all diese Menschen durchaus bestrebt sind, aufzuklären; aber das geistige Rüstzeug fehlt ihnen.

In der Erkenntnis, daß wir die Zügel nicht mehr schleifen lassen dürfen und daß etwas getan werden muß, werden jetzt überall in den Städten Luftschutzbeiräte, Luftschutz-Arbeitsgemeinschaften und sonstige Ausschüsse gebildet, die den Zweck haben, aufklärend zu wirken und auch manche praktischen Maßnahmen durchzuführen.

In diesen Ausschüssen sitzen häufig Männer, die in ihrem eigentlichen Berufe durchaus von Rang und Bedeutung sind, die aber innerlich mit all diesen Dingen zu wenig vertraut sind, als daß sie den Keil weitertreiben könnten. Darum sind manche Ausschüsse mehr repräsentative Gremien als produktive Arbeitsgemeinschaften. Daraus ist den einzelnen Mitgliedern kein Vorwurf zu machen; denn das, was diese Ausschüsse wollen, ist zum großen Teil ohne Vorbild und Vorgang; außerdem ist die augenblicklich führende geistige Generation meistens noch zu sehr geisteswissenschaftlich gebildet, als daß sie sich in der Welt der Naturwissenschaften so recht heimisch fühlte.

Wer unterrichten will, soll sich zunächst einmal selbst unterrichten! Der Unterricht muß sachlich, aber frisch und lebendig gestaltet sein und sich vor allen Dingen von allen Uebertreibungen fernhalten und die Dinge so ansehen, wie sie sind. Seine Zuhörer wird man ganz besonders packen, wenn man ihnen auch aus der Geschichte der Giftgase erzählt und wenn man den Vortrag reich mit Bildern unterstützt, die doch heute in der Literatur schon sehr zahlreich erschienen sind. Das Wichtigste ist, daß die Zuhörer mit den Eigenschaften der verschiedenen Giftgasgruppen vertraut werden; so zum Beispiel, daß die meisten chemischen Kampfstoffe schwerer als Luft sind und daher gern in tiefergelegene Räume eindringen, daß die Giftgaswolken mit dem Winde gehen und daß man daher entgegengesetzt der Windrichtung flüchten muß; vor allem, daß man Ruhe behalten muß und daß der, der sich viel bewegt in einer giftgasverseuchten Atmosphäre, mehr Giftgas einatmet als der, der besonnen und ruhig bleibt, usw. usw.

Die schlechteste Aufklärung sind die schaurigen Bilder, die unsere illustrierten Zeitschriften häufig bringen.

Für den, der die Eigenart der Gase kennt, haben sie schon einen großen Teil ihres Schreckens verloren. Das habe ich immer wieder bei den Arbeitern auf dem Gasplatz Breloh gesehen, die, weil sie durch Unterricht, Schulung, Erfahrung die Gase genau kannten, bewundernswert sachlich, ruhig und sicher — trotz aller Gefahren — mit den Giftgasen umgingen.

Es gibt wohl keine Waffe, die so von mystischen Vorstellungen und phantastischen Uebertreibungen umspielt ist wie die Gaskampfwaffe. Auf Grund meiner langjährigen praktischen Erfahrungen möchte ich — wenn ich einen recht sinnfälligen Vergleich gebrauchen darf — fast behaupten: Es geht vielen Menschen mit den Giftgasen so, wie es ihnen mit der Liebe ergeht; die Intensität der Wirkung scheint mit dem Quadrat der Entfernung zu wachsen. Ein Beispiel[1]:

Bei Sprengungen auf dem Gasplatz Breloh gingen die Sprengmannschaften mit einer außerordentlichen Ruhe und Besonnenheit vor; es passierte ihnen auch nur — weil sie die Gefahren kannten — selten etwas bei den eigentlichen Sprengarbeiten. Wenn nun aber die Gaswolken durch die Explosionen in die Höhe getrieben wurden und wenn sich dann die mit Luft verdünnten und dadurch unschädlichen Gaswolken — denn es wurden immer zu gleicher Zeit nur verhältnismäßig wenig Granaten gesprengt — Menschen und Häusern näherten, die 6, 8 bis 15 km entfernt waren, dann beklagten sich häufig d i e Menschen am meisten über Belästigungen, die am weitesten entfernt wohnten. In der Vorstellung dieser Menschen hatten die Gase, von denen sie vielleicht irgend etwas gerochen hatten, die unmöglichsten Wirkungen getan: Der Landwirt, der schlecht wirtschaftete, behauptete, seine Saaten seien durch die Gaswolken zerstört; der Mann, dem seine Schweine an Rotlauf gestorben waren, behauptete, das Gas sei schuld daran; der Ochse, der an Kolik einging, war angeblich durch Gas getötet; die Frau, die seit langem schon lungenkrank war und hustete, behauptete, das Gas habe sie erst krank gemacht. Je weiter die Entfernung — bis 15 und 20 km —, in der die Menschen etwas rochen oder zu riechen glaubten, desto verheerender war angeblich oft die Wirkung. Tatsächlich trat aber nachweisbar nie eine Schädigung bei solchen Entfernungen ein. Eine Panikstimmung, mit manchen anderen geistigen Unterströmungen und Berechnungen, wie Schadenersatzansprüchen usw., hatte die Menschen ergriffen. Diese Panik ist nur durch eine ruhige, vernünftige Aufklärung zu beheben.

Die Aufklärung ist auch die Vorbedingung für alle Schutz- und Hilfsmaßnahmen auf dem Gebiete der Giftgase. Es nützt die beste Gas-

[1] Vgl. Büscher, Hermann: Zum Kampfgasproblem in Heerestechnik Nr. 3, 1930. Berlin, E. S. Mittler & Sohn. S. 52 ff.

maske nichts und es nützen die besten Gasschutzbestimmungen nichts, wenn die Menschen nicht mit ihren Schutzgeräten und — wie wir sahen — mit der Wirkungsweise und der Eigenart der Giftgase vertraut sind. Auch hierzu ein Beispiel:

Am 24. Oktober 1919 flogen durch eine ungeheure Explosion auf dem Gasplatz Breloh 48 Gebäude der Grün- und Gelbkreuzwerke in die Luft; ferner etwa 1 Million Granaten, 1 Million Kilogramm Kampfstoffe, 1 Million Zünder und Kartuschen, 40 Kesselwagen mit Kampfgasen usw. Wenn der Wind an diesem Tage ungünstig gestanden hätte, hätte diese Explosion unabsehbaren Schaden angerichtet.

Als die ersten Detonationen ertönten, verlangte die Bevölkerung von der Leitung des Gasplatzes Gasmasken, die in guter Qualität, nur nicht in ausreichender Menge vorhanden waren. Es wurde über die mangelnde Vorsorge furchtbar geschimpft. Unter dem Druck der sich schnell ausbreitenden lauten Explosionen wurden die Masken wahllos an die Menge verteilt. Die Leute wußten aber zum großen Teil gar nicht, wie man eine Gasmaske aufsetzen mußte; auch paßten natürlich die Masken vielfach nicht. Manche waren so wenig vertraut mit Gasmasken, daß sie sie vor ihrem Kopfe trugen, wie manche Autofahrer ihre Autobrille vor der Stirn tragen. Viele nahmen ihre Maske ab, wenn sie mit jemandem sprechen wollten oder lüfteten sie seitlich.

Einer kam sogar zu mir und sagte, es wäre unmöglich, so ein „Ding" ins Gesicht zu „klemmen". Dieser Mann versuchte die blecherne Bereitschaftsbüchse, in der die Maske aufbewahrt war, mit Gewalt ins Gesicht zu stülpen. „Den Plunder" — so bezeichnete er das, was in der Büchse war, also die Maske — habe er bereits weggeworfen; aber passen tue das Ding immer noch nicht; was ihm zu glauben war.

So hatte der Mann voller Ahnungslosigkeit und Unkenntnis einfach seine Maske weggeworfen und versuchte nun, die blecherne Bereitschaftsbüchse aufzusetzen.

Das, was ich bei derartigen Explosionen in einer kleinen Welt erlebt habe, wird sich in der großen Welt im Falle eines Krieges oder Unglücks immer wieder so abspielen, wenn nicht eine Bevölkerung aufgeklärt ist.

Jeder Staatsregierung und jeder Stadtverwaltung wird man die schwersten Vorwürfe machen, weil sie nicht aufklärend vorgesorgt hat; und die Volksmenge hätte auch tatsächlich allen Grund, ihren Zorn auszulassen, da sie von der Staatsregierung verlangen muß, daß sie klüger, weiser und vorausschauender ist als sie selbst.

Aber verkehrt wäre es von einer Regierung, wenn sie in Friedenszeiten Gasmasken, Schutzanzüge usw. für eine Bevölkerung aufkaufte, ohne sie zugleich im Gebrauch zu unterrichten. Das wäre ungefähr so, als wenn ein Staat sein Heer abschaffte, aber seine Arsenale mit Flinten und Kanonen füllte und diese erst bei Ausbruch eines Krieges an alle wehrfähigen Männer verteilte und sie mit diesen Waffen in den Krieg schickte, ohne sie erst in der Handhabung der Waffen ausgebildet zu

haben. Diese Männer würden sich, noch ehe sie an den Feind herangekommen wären, mit ihren Kriegsinstrumenten umgebracht haben. Ganz abgesehen davon, daß man eine ganze Bevölkerung nicht mit Gasmasken usw. ausrüsten kann (vgl. unten).

Das soll heißen: die beste Gasmaske, das beste Gasschutzgerät ist nichts wert, wenn man nicht damit umzugehen weiß. Darum wäre jede Mark zu schade, die ein Staat für Gasschutzmittel ausgäbe, wenn er nicht zugleich eine großzügige Aufklärungspropaganda durchführen würde.

Das Vordringlichste ist also zunächst die Aufklärung der Menschen, die zur Hilfe und zur Heilung in einem Staate berufen sind. Da die Giftgase eine eminent geistige Waffe sind, so kann der Kampf gegen sie auch nur mit Geist und Ueberlegung geführt werden. Darum muß die Ausbildung aller unserer Rettungsmannschaften auf ein viel höheres Niveau gebracht werden, als es jetzt ist. Alle unsere Rettungsmannschaften, Sanitätskolonnen usw. sind noch viel zu sehr eingestellt auf mechanische Verletzungen (Wundverletzungen, Knochenbrüche usw.). Die Welt der Giftgase aber ist ihnen fremd und unbekannt.

2. Schnelle Durchführung bestimmter Hilfs- und Schutzmaßnahmen.

Unser Gruben-Rettungswesen steht auf sehr hoher Stufe; trotzdem wir hier vorzüglich ausgebildete Rettungsmannschaften haben, trotzdem Signaldienst, Wetterführung usw. glänzend ineinander greifen, haben wir fast jährlich in unsern Bergwerken immer wieder größere Unglücksfälle zu beklagen.

Was wird erst werden, wenn ein Land heimgesucht wird von Giftgasen, die eine Bevölkerung treffen, die innerlich auf Abwehr gar nicht vorbereitet ist? Ganz besonders beklagenswert wird es dann sein, daß die Menschen, die zur Rettung ihrer Mitmenschen berufen sind, von der ersten Hilfeleistung und auch von der Heilung Gasvergifteter nichts wissen.

Darum ist — um es zu wiederholen — die Aufklärung all der Menschen, die in den Rettungsorganisationen tätig sind, dringlichste Aufgabe. Zugleich aber müssen all diese Menschen auch mit Gasschutzgeräten ausgerüstet und in deren Handhabung aufs Beste unterrichtet werden.

Schon das Bewußtsein, daß diese großen Hilfs- und Rettungsorganisationen nicht versagen werden, gibt einem Volke das Gefühl der Beruhigung und Sicherheit. Eine ganze Bevölkerung werden wir nie mit Gasschutzgeräten ausstatten können (mangelnde Kontrolle des Sitzes der Gasmaske, Aenderung der Gesichtsform, Kostenpunkt usw.); aber für große Teile der Bevölkerung kommen eventuell sogenannte „Fluchtgeräte" oder auch „Volksgasmasken" in Frage, besonders in gefährdeten Grenzgebieten oder in Gegenden mit Großindustrie usw. Diese

Fluchtgeräte oder Volksgasmasken müßten aber sehr billig und einfach zu handhaben sein und trotzdem die Menschen solange schützen, bis sie aus giftverseuchter Gegend in sichere Zufluchtsstätten geeilt wären.

Wenn die großen Rettungs- und Hilfsorganisationen zunächst einmal theoretisch über die Wirkungsweise der Giftgase gut unterrichtet sind, wenn sie erst wissen, wie man den Gasvergifteten hilft und wenn sie erst den Sinn und den Wert ihrer Gasschutzgeräte richtig erkannt haben, dann ist es notwendig, daß sie praktisch lernen, mit ihren Gasschutzgeräten in Gaswolken zu arbeiten. Dazu eignen sich am besten Gasschutzübungen, die die Städte und größeren Werke zu veranstalten hätten und zu denen alle Organisationen herangezogen werden müssen, die nur irgendwie bei Giftgasunfällen in Funktion zu treten haben.

Zwei große deutsche Gasschutzübungen — eine in Kaiserslautern am 24. August 1930 und eine in Bremen am 21. Juni 1931 — durfte ich nach meinen Ideen entwerfen und auch durchführen. Diesen Gasschutzübungen lag der Gedanke zugrunde, weiten Kreisen zu zeigen, welche Gefahren uns täglich schon in Friedenszeiten durch Gase (zum Beispiel Kohlenoxyd, Blausäure bei der Schädlingsbekämpfung, Ammoniak in der Kälteindustrie usw.) umlauern und wie diese Gefahren in Kriegszeiten durch chemische Kampfstoffe noch ganz besonders gesteigert werden.

Weiter sollte den Tausenden von Zuschauern gezeigt werden, daß durchaus bei den meisten Gasvergiftungen geholfen werden kann und vor allem, wie geholfen werden kann.

An den Uebungen nahmen teil: Sanitätskolonnen, Feuerwehren, Polizei, Straßenreinigungsgesellschaft, Technische Nothilfe, Automobilklubs, Vaterländischer Frauenverein vom Roten Kreuz, Pfadfinder usw. Alle diese Organisationen wurden mit den modernsten Gasschutzgeräten ausgerüstet. Als Gase wurden natürlich keine eigentlichen Giftgase genommen, sondern bunte, ungiftige Nebel, die außerordentlich wirkungsvoll für das Publikum sind und auch dem einzelnen Manne zeigen, daß es nicht leicht ist, mit Gasschutzgeräten in dichten Gaswolken zu arbeiten.

Bei derartigen Uebungen wird also zum Beispiel gezeigt, wie man bei einer Kohlenoxydvergiftung hilft, die immer wieder auftritt durch die Auspuffgase von Automobilen in geschlossenen Garagen, oder durch Leuchtgas; ferner, wie man hilft bei Blausäurevergiftungen, wenn man leichtsinnig bei der Durchgasung von Mühlen usw. vorgeht; weiter bei Ammoniakvergiftungen, die häufig in Kühlhäusern vorkommen durch Undichtwerden von Röhren usw.

Am wirkungsvollsten sind die Vorführungen, die mit Hilfe ungiftiger bunter Nebel schwere Gas-Unglücksfälle in Kriegszeiten demonstrieren.

Besser als alle Worte werden uns einige Bilder von diesen Gasschutzübungen überzeugen, wie wichtig das Zusammenarbeiten und das richtige Verhalten aller Rettungsmannschaften ist.



Abbildung 35: Die Gasschutzübung in Kaiserslautern am 24. August 1930.
Tätigkeit der Rettungsmannschaften nach einem Gasüberfall.

Wichtig: Sobald die Kranken aus der Gefahrenzone auf Tragbahren herausgebracht sind, wird das gasverseuchte Zeug entfernt, und die Kranken werden in Decken eingehüllt.

(Gasschutzgeräte: Auer-Gesellschaft, Berlin; Drägerwerk, Lübeck.)



Abbildung 36: Die Gasschutzübung in Kaiserslautern am 24. August 1930.
Tätigkeit der Rettungsmannschaften nach einem Gasüberfall.

Da angenommen war, daß bei einem Gasüberfall besonders auch Gelbkreuz verschossen sei, sind die Mannschaften mit Chlorkalkbüchsen ausgerüstet, mit denen sie eifrig die Kranken, sich und die Tragbahren zu reinigen versuchen.

(Gasschutzgeräte: Auer-Gesellschaft, Berlin; Drägerwerk, Lübeck.)



Abbildung 37: Die Gasschutzübung in Bremen am 21. Juni 1931.
Sanitätskolonne vom Roten Kreuz birgt Säuglingsschwestern und Babys nach einem Phosgenunglück. (Gasschutzgeräte: Draegerwerk, Lübeck.)



Abbildung 38: Die Gasschutzübung in Bremen am 21. Juni 1931.
Bergung Gasvergifteter durch Sanitätskolonnen, Feuerwehren, Technische Nothilfe, Schwestern des Vaterländischen Frauenvereins vom Roten Kreuz usw.
(Gasschutzgeräte: Draegerwerk, Lübeck; Stoltzenberg, Hamburg; Auer-Gesellschaft, Berlin.)

So zeigt uns Bild 35 die Tätigkeit der Rettungsmannschaften nach einem Gasüberfall, bei dem besonders Grün- und Blaukreuz (natürlich in Form ungiftiger Nebel) verwandt worden waren.

Bei Bild 36 ist angenommen, daß sehr viel Gelbkreuz (Yperit) verschossen worden ist, und darum sind auch die Mannschaften bemüht, die Tragbahren und sich selbst und auch die Kranken mit Chlorkalk zu bestreuen; denn Chlorkalk ist bekanntlich das beste Zerstörungsmittel gegen Gelbkreuzkampfstoffe.

Wesentlich ist immer wieder, wie man sieht, daß die Rettungsmannschaften selbst mit richtigen Gasschutzgeräten ausgerüstet sind, und daß sie die Kranken nicht laufen lassen, sondern auf Tragbahren tragen und sie zunächst nur aus der Gefahrenzone herausbringen. Aehnliche Instruktive Bilder wollen wir von der Bremer Gasschutzübung zeigen.



Abbildung 39: Die Gasschutzübung in Bremen am 21. Juni 1931.
Bergung Gasvergifteter durch Rettungsmannschaften, Schwestern vom Roten Kreuz usw.
(Gasschutzgeräte: Draegerwerk, Lübeck; Auer-Gesellschaft, Berlin;
Stoltzenberg, Hamburg.)

Bei Bild 37 war angenommen worden, daß in einer chemischen Fabrik ein Phosgentank undicht geworden war, wodurch Arbeiter und besonders auch Säuglingsschwestern, die ahnungslos in nächster Nähe bei einer Erfrischungshalle mit ihrem Pflegebefohlenen saßen, vergiftet wurden.

Ein sehr schönes Bild ist Abbildung 38, auf dem wir Sanitätskolonnen, Feuerwehren, Technische Nothilfe, Schwestern des Vaterländischen Frauenvereins vom Roten Kreuz usw. eifrig beschäftigt sehen, die Vergifteten aus den Gaswolken herauszuholen.

Ein Vorteil solcher Uebungen ist besonders für die Rettungsmannschaften, daß sie lernen, in Gaswolken und unter Anstrengungen, wie Bücken, Laufen, Tragen von Vergifteten, mit Gasmasken zu atmen.

Ein Bild eifrigster Tätigkeit und bester Zusammenarbeit aller zur Hilfe und Heilung Berufenen, vermittelt uns die Abbildung 39.



Abbildung 40: Die Gasschutzübung in Bremen am 21. Juni 1931.
Abziehende Phosgenwolke; die Sanitätskolonne vom Roten Kreuz geht vor.
(Gasschutzgeräte: Draegerwerk, Lübeck; Auer-Gesellschaft, Berlin.)



Abbildung 41: Die Gasschutzübung in Bremen am 21. Juni 1931.
Nach einem angenommenen Gasüberfall mit Gelbkreuz (Yperit und Lewisit): Im Vordergrund ein Mann des Entseuchungstrupps (Technische Nothilfe) in Gasschutzmantel (darunter wird natürlich eine Gasmaske getragen), der zur Vernichtung von Gelbkreuz Chlorkalk streut. Die übrigen Rettungsmannschaften tragen zur Vorsicht schwere Atemschutzgeräte (Sauerstoffgeräte).
(Gasschutzgeräte: Draegerwerk, Lübeck; Auer-Gesellschaft, Berlin; Gasschutzmantel von Stoltzenberg, Hamburg.)

Auf Bild 40 sehen wir, wie nach einer abgeblasenen Phosgenwolke die Sanitätskolonne eingesetzt wird, um das Feld nach Verunglückten abzusuchen.

Bild 41 zeigt uns nach einem Gelbkreuzüberfall u. a. einen Mann des Entseuchungstrupps (Technische Nothilfe), der mit einem Schutzanzug ausgerüstet ist und Chlorkalk streut.



Abbildung 42: Die Gasschutzübung in Bremen am 21. Juni 1931.

Bekämpfung eines Brandes, durch den infolge Platzens von Chlor-, Phosgen- usw. Tanks giftige Gaswolken entstanden sind. Die Feuerwehr ist mit Sauerstoffgeräten ausgerüstet. Rechts ein Mitglied der Technischen Nothilfe in Gasschutzmantel zum Schutze gegen flüssige Kampfstoffe.

(Gasschutzgeräte: Draegerwerk, Lübeck; Auer-Gesellschaft, Berlin; Stoltzenberg, Hamburg.)

Einen derartig ausgerüsteten Mann sehen wir auch auf Bild 42. Die Feuerwehr bekämpft hier einen Brand, bei dem Chlor-, Phosgen- und auch andere Giftgaswolken durch Platzen von Tanks entstanden sind. Da die Rettungsmannschaften nicht wissen konnten, welche „Gase" sie antreffen würden, tragen sie zur Vorsicht Sauerstoffgeräte.

Für den, der nicht gewohnt ist, eine Gasmaske zu tragen, ist es immerhin schwierig, unter seiner Gasmaske zu atmen, besonders, wenn

der sogenannte „Schnappdeckel" vorgeschoben wird, der bekanntlich der einzige Schutz gegen die Einatmung von Blaukreuzkampfstoffen ist. Gerade derartige Uebungen machen die Rettungsmannschaften vertraut mit dem Gebrauch ihrer Gasschutzgeräte, und sie lernen die Zusammenarbeit mit allen übrigen Rettungsorganisationen; sie lernen — um es zu wiederholen —, daß zunächst das Wichtigste ist, den Kranken aus der Gefahrenzone herauszubringen, ihn also zu tragen; das gasverseuchte Zeug zu entfernen, dann die Kranken warm einzubetten. Sie lernen bei den erstickenden Gasen mit betäubender Wirkung, zum Beispiel Kohlenoxyd, Blausäure usw., die künstliche Beatmung, auch mit Pulmotoren (siehe Abbildung 23); sie lernen auch, daß bei den Reiz- und Aetzgiften — also bei allen chemischen Kampfstoffen — keine künstliche Atmung vorgenommen werden darf; wie überhaupt der theoretische Unterricht durch derartige Uebungen erst Leben und Anschauung bekommt.

Die Mannschaften lernen weiter, sich in Giftgaswolken zu orientieren; sie lernen, daß sie nicht kopflos werden und nicht wild hin- und herrennen dürfen. Natürlich gehört dazu straffe Disziplin. Und damit die Rettungsmannschaften nicht denken, daß alles Spielerei sei, ist es gut, wenn man gelegentlich den Giftgaswolken geringe Mengen ungiftiger Reizstoffe zusetzt, damit sie jede Sorgfalt auf den Sitz und das Tragen ihrer Gasmasken verwenden.

In zukünftigen Kriegen werden sicherlich die Gase der Blaukreuzgruppe (Nasen-Rachenreizstoffe) eine große Rolle spielen, da man mit ihnen besonders die Zivilbevölkerung seelisch leicht zermürben und erschüttern kann. Denn es ist vom kriegstechnischen Standpunkt aus gar nicht einmal nötig, die Menschen gleich zu töten, auch ist es schwer, die Gaskonzentrationen für ganze Stadtviertel zu erreichen, um alle dort wohnenden Menschen zu töten; aber es ist schon leichter, durch die Nasen-Rachenreizstoffe (Blaukreuzkampfstoffe) bei einer Bevölkerung eine ungeheure Panik hervorzurufen.

Es wäre von Segen, wenn man all diese Gasschutzübungen nicht abzuhalten brauchte, und darum ist es auch zu begrüßen, wenn die Regierungen Abkommen treffen, die Gaskriege zu verbieten; aber wir hatten auch vor dem Weltkriege schon eine Haager Deklaration, die die Verwendung von Giftgasen verbot. Doch dieser Vertrag hat uns im letzten Kriege vor Giftgasen nicht bewahrt.

Außer der Ausbildung all dieser Hilfs- und Rettungsorganisationen ist weiter schon jetzt notwendig, daß unsere Städte und auch die industriellen Werke bestimmte Vorbereitungen und Anordnungen durchführen zum Schutze gegen Giftgase.

Es muß ein Warn-, Melde-, Alarmdienst, also ein gut organisierter Sicherheitsdienst eingerichtet werden, und es muß vor allen Dingen jeder die Warn- und Alarmzeichen kennen.

Es sind nach Möglichkeit zahlreiche nicht zu große Untertret- und

Schutzräume bereitzustellen, die wenigstens gas- und splittersicher sein müssen[1].

Da der größte Teil der Bevölkerung und auch die meisten Angehörigen großer Werke nur eine passive Tätigkeit bei Gasüberfällen auszuüben haben, so sind all diese Bevölkerungsschichten durch Probealarmierungen immer wieder zu unterrichten, wie sie sich im Augenblick der Gefahr zu verhalten haben. Der Teil der Bevölkerung einer Stadt oder eines Werkes, der aktiv bei Gasunglücksfällen tätig ist, wie Feuerwehren, Entgiftungstrupps, Sanitätskolonnen, Polizei, Arbeitersamariterbünde, Technische Nothilfe usw., ist sofort mit Gasschutzgeräten auszustatten. Es müssen außerdem überall Tragbahren, Sauerstoffapparate usw. in genügender Menge bereitgestellt werden.

Für die Gas-Schutzräume müssen schon jetzt erfahrene, kaltblütige Männer als Ordner zur Durchführung der Gasdisziplin ausgebildet und verantwortlich gemacht werden.

Zum Neubau von Unterständen, Schutzräumen usw. eignen sich besonders Keller, Schächte, Unterführungen, Kanäle. Diese Räume müssen eine gute Ventilation haben und durch Fernsprecher usw. Verbindung mit der Außenwelt erhalten. Auch Beleuchtung und Abortanlagen dürfen nicht vergessen werden. Da immer Verschüttungsgefahr besteht, sollen diese Räume mehrere Zugänge haben. Für eine Person muß man etwa 1 qm Grundfläche rechnen und weiter bedenken, daß ein Mensch in einer Stunde etwa ½ cbm Luft verbraucht; deshalb muß für gute Ventilation Vorsorge getroffen werden.

Um diese Unterstände gasdicht zu bekommen, sind die Wände mit Zement zu verputzen und dann mit Oelfarbe anzustreichen. Die Fenster sind abzudichten durch Bretter, Torfmull, Sand; die Türen verhängt man nach Möglichkeit mit ölgetränkten Tüchern. Vor die Eingänge streut man zur Vernichtung von Gelbkreuz Chlorkalk, den man mit Magnesia, Sägemehl usw. vermengen kann.

Da wir außer mit Gasgefahren in zukünftigen Kriegen sicherlich mit Brandbomben werden zu rechnen haben, so müssen viele trockene Löschmittel zur Verfügung stehen, besonders Sand, Kieselgur usw.

Gebäude, die feuergefährliche Gegenstände oder Sprengstoffe enthalten, müssen als horizontale Brandmauer eine massive oberste Decke haben. Die Dachstühle sollen nach Möglichkeit aus Beton und Stahl konstruiert sein. Die Böden müssen wegen der Brandgefahr mit sehr viel Sand ausgefüllt werden.

Bei Werkanlagen mit wertvollen Maschinen müssen die Wandungen gegen Explosionsdruck und Splitterwirkung verstärkt werden. Da wir, wie wir schon früher mal sagten, unmöglich unsere Städtebilder umformen können, so sollen wir aber wenigstens versuchen, bei Neu- und Umbauten die Häuserkonstruktionen mit den wichtigsten Forderungen des Luftschutzes in Einklang zu bringen, das heißt vor allen Dingen De-

[1] Vgl. hierzu besonders das knapp und klar geschriebene Merkblatt „Industrieller Luftschutz", bearbeitet vom Reichsverband der deutschen Industrie, Berlin.

zentralisation menschlicher Siedlungen und Werkanlagen. Denn je dichter wir bauen, desto größeren Gefahren ist die Bevölkerung ausgesetzt.

Keine Wolkenkratzer! Je dichter und je höher wir bauen, desto leichter kann alles zerstört werden. Also nach Möglichkeit die Häusermassen bei Neuanlagen auflockern.

Vor allen Dingen sind in den Städten alle Leitungen, also elektrische, Wasser-, Gasleitungen als Ringleitungen einzubauen, und dadurch, daß man in die Leitungen viele Absperrvorrichtungen einbaut, können zerstörte Stücke der Leitungen leicht ausgewechselt werden. Außerdem ist immer daran zu denken, daß für Strom, Wasser und Gas unbedingt Reserveanschlüsse anzulegen sind.

Schließlich dürfen wir bei der Durchführung all dieser Maßnahmen nicht beunruhigend auf die Bevölkerung wirken und vor allen Dingen müssen wir an die richtigen Stellen immer die richtigen Männer setzen. Denn Menschenmassen sind nur zu dirigieren, wenn sie geleitet werden von kaltblütigen Männern, die ihre Nerven nicht verlieren.

12. Kapitel

Wohin geht der Weg?

Der Weg der Völker des Abendlandes geht vielleicht ins Dunkle, in den Abgrund, vielleicht aber auch ins Helle, in neue, glücklichere Lebensformen. Das wird abhängen von dem Maß an Einsicht, Vernunft und Vertrauen, das die Völker für einander aufbringen werden.

Dunkel liegt alles vor uns.

Was Dichter und Künstler von Schrecknissen in zukünftigen Kriegen vorausahnen, mag richtig sein. Vielleicht kommt alles noch schrecklicher, vielleicht auch nicht. Wir wissen es nicht.

Dieses Undurchdringliche, Geheimnisvolle entzündet immer wieder die Geister zu grausigen Zukunftsbildern. Scheinbar können diese Bilder uns Menschen nicht schrecklich genug dargestellt werden, es scheint ein Rausch in all diesen Phantasien zu liegen, denn die Bilder überbieten sich förmlich in ihrer grauenhaften Phantastik.

Die Flugzeuge sollen einst wie apokalyptische Geschwader über glückliche Menschen und glückliche Länder jagen und durch Bomben und Sprühgeräte Tod und Verderben bringen. Die Erde soll zur Hölle werden.

So wie „der Blüten Frühlingsregen über alle schwebend sinkt" (Faust, II) und die Menschenherzen immer wieder erfreut, so soll umgekehrt der „Tau des Todes" (Lewisit), wenn er — durch Flugzeuge über die Großstädte versprüht — schwebend niedersinkt, alle Menschenherzen zum Erstarren bringen. Oede und leer soll dann die Welt werden. Ein Entrinnen soll es nicht mehr geben.

Sind die Giftgase wirklich nur Schicksal, dem wir uns beugen müssen, so wie wir uns dem Kriege scheinbar noch als Schicksal beugen müssen? Nein! Wir wissen jetzt, daß wir helfen können. Wir müssen darum aufräumen mit dieser Katastrophenpolitik; wir müssen den Mut haben, nicht mutlos zu sein. Wir müssen das ganze Giftgasproblem beherzt anfassen und dürfen nur nicht denken, daß wir dadurch schon die Giftgase aus der Welt schaffen, daß wie sie verdammen, oder gar, daß wir „Krieg dem Kriege" erklären.

Wenn ich als Arzt einen Kranken vor mir habe, dann stelle ich eine Diagnose und versuche selbst in den aussichtslosesten Fällen, dem Kranken zu helfen. Ein Arzt, der ohne Hoffnung, ohne Glauben ist, ist kein Arzt. Er muß mit dem Kranken hoffen und glauben bis zu Ende.

So müssen auch wir hoffen und glauben, daß wir die Not und die Leiden zukünftiger Kriege lindern können. Wenn wir auch alle Er-

scheinungsformen zukünftiger Kriege nicht kennen, so kennen wir die chemischen Kampfstoffe aber genau. Wirkungsvollere Kampfstoffe, als der letzte Krieg sie uns gegeben hat, sind in der Nachkriegszeit bis jetzt nicht gefunden worden. Das ist auch erklärlich. Denn während des letzten großen Krieges wurde eine ungeheure menschliche Intelligenz mobil gemacht, um immer wieder neue Kampfgase mit furchtbarerer Wirkung den Heeren zur Verfügung zu stellen. Und so ist zunächst eine Atempause eingetreten.

Selbstverständlich steht eine Entwicklung nie still. Durch neue Erkenntnisse in der Physik und Chemie werden vielleicht auch neue Kampfstoffe gefunden werden. Anderseits können wir auch hoffen, daß dieselben wissenschaftlichen Erkenntnisse zu neuen Schutzmaßnahmen führen werden. Denn in unserer Gasmaske können wir selbst für unsere Einatmungsgifte noch nicht die letzte Lösung sehen. Wir müssen nach Mitteln trachten, um die Gase schon in der Luft zerstören zu können.

Wenn wir auch nicht Ideallösungen in unsern Schutz- und Hilfsmaßnahmen bis jetzt gefunden haben, so wäre es töricht, uns einem Fatalismus hinzugeben. Denn die Giftgase sind nicht vom Himmel gefallen, und darum brauchen wir nicht auf ein Geschenk des Himmels zu warten, um sie zerstören zu können. Das menschliche Hirn selbst wird schon Mittel und Wege finden, die Giftgase zu vernichten. Nur müssen wir uns immer wieder mit diesem Problem beschäftigen.

Der zukünftige Krieg wird ein eminent wissenschaftlicher Krieg sein, darum wird schon heute von jedem Soldaten in der Welt eine gewisse Gelehrsamkeit verlangt.

Die Romantik des Krieges ist hin. Der Krieg hat das heldische Moment verloren. Der Vers in dem Liede vom guten Kameraden: „Eine Kugel kam geflogen, gilt sie mir oder gilt sie dir“, wird im Zukunftskriege kaum noch Berechtigung haben. Im Zukunftskriege wird man nicht mehr von einem Individualtod sprechen können, sondern nur noch von einem Kollektivtod. Feindliche Angriffe werden gleicherweise Heer und Heimat treffen. Darum kann ein Volk in seinem Heer allein nicht den Beschützer sehen. Es muß selbst wissen, wie es sich gegen Giftgase schützen kann. Das Heer wird höchstes Gut einer Nation bleiben müssen; es wird das heilige Sakrament der Landesverteidigung zu hüten haben und zugleich Wegweiser und Wegbereiter sein für den Geist der Wehrhaftigkeit aller.

Wir müssen schon den Geist der Wehrhaftigkeit lebendig erhalten und pflegen, weil diese Menschengeneration scheinbar noch nicht reif ist für die großen Friedensideen. Einen ehrlichen, sittlich ernsten Pazifismus wird jeder ehren, achten und fördern. Aber ein Pazifismus, der nur ein krankhaftes Verstehen für die Rüstungen auswärtiger Staaten zeigt und ein perverses Verurteilen der Wehrhaftigkeit seines eigenen Volkes, ist kein Pazifismus. Diese Einstellung hat mit Pazifismus nichts

zu tun. Wir alle wollen den Frieden, und wohl d e r wird ihn am ehrlichsten und aufrichtigsten fördern, der die Schrecknisse des Krieges kennt.

Heute geht das Ringen der Menschheit schon um die Abschaffung des Krieges und nicht allein mehr um die Humanisierung. Wird diese Menschengeneration das Problem wohl schon lösen? Was können wir Menschen? Den Krieg wollen wir aus der Welt schaffen und können uns nicht einmal in Europa wirtschaftlich verständigen. Wir wollen die Menschenherzen zueinander führen und können nicht einmal die wirtschaftlichen Schranken, die die Völker trennen, niederreißen.

Masaryk, der tschechische Staatspräsident, der gern als ein Befürworter großer Friedensideen gilt, teilte im Februar 1930 den Vertretern der tschechischen Legionär-Organisationen ein Gespräch mit, das er über das Problem der Wehrhaftigkeit mit Tolstoi geführt hatte[1].

„Ueber dieses Problem", sagte er, „habe ich einst mit Tolstoi gesprochen. Ich sagte: Es muß erlaubt sein, sich zu wehren. Er entgegnete: Nein, den Bösen darf man keinen Widerstand leisten." „Ich habe es dann", sagte Masaryk, „so formuliert: Wenn mich ein Kämpfer anfällt, so wird sich ergeben, daß einer von uns beiden — nach Tolstoi ich — erschlagen wird. Wenn aber einer von uns beiden erschlagen werden s o l l, so ist es gerechter, daß der fällt, der erschlagen w i l l, also der Angreifer."

„S i c h z u w e h r e n", fuhr Masaryk fort, „i s t s i t t l i c h e r l a u b t. Der starke Mensch droht nicht. Er ist jedoch vorbereitet, vorbereitet aber nur zur Verteidigung und nicht zum Angriff auf andere. Mit allen Kräften strebe ich danach", schloß Masaryk, „daß wir vorbereitet sind."

Damit ist das Problem der Wehrhaftigkeit scharf umrissen. Der Tolstoische Standpunkt mag auf einem andern Stern durchzuführen sein, auf dieser Welt ist er es nicht.

So bleibt uns nichts anderes übrig, wenn wir als Volk bestehen wollen, als den Geist der Wehrhaftigkeit zu pflegen. Die Welt Tolstois ist eine Wunschwelt, die nach Jahrtausenden Wirklichkeit werden mag, die wir aber nicht dadurch herbeizuzaubern vermögen, daß wir mit leidenschaftlichem Pathos „Krieg dem Kriege" erklären. Es muß alles seine Zeit haben. Wenn ich heute einen Baum pflanze, kann ich morgen nicht schon von ihm Früchte ernten.

In dieser Welt, in der es nach der Ansicht des amerikanischen Philosophen Johnson, des geistigen Vaters des Kellogg-Paktes, nur Rauflustige und Sanftmütige gibt, muß ein Volk, das als Volk Geltung haben will, jede internationale Verschwommenheit ablehnen. Schon weil die Zahl der Rauflustigen in dieser Welt größer ist als die der Sanftmütigen.

---

[1] Vgl. „Frankfurter Zeitung" vom 28. Februar 1930, Nr. 156—158 (Reichsausgabe S. 2).

Es gibt ein Buch von dem Engländer Kenworthy, „Vor kommenden Kriegen"[1], das in leidenschaftlicher Sprache nachweist, wie nach dem Weltkriege neue und gefährliche Reibungsflächen, neue Machtkonstellationen und damit neue Spannungsmomente in die Welt hineingetragen worden sind.

Diese neuen Machtkonstellationen und die dadurch hervorgerufenen Spannungsmomente sind sicherlich sehr gefährlich. Aber noch gefährlicher ist die Spannung, die in uns selbst ist.

Darum ist der Versailler Friedensvertrag auch so töricht; besonders weil er dazu geführt hat, daß Millionen von Menschen arbeitslos geworden sind. Diese Millionen von Menschen, die sich jeden Morgen, wenn sie aufstehen, als überflüssig in der Welt vorkommen müssen, sehen in den Kriegsjahren häufig noch etwas Besseres als in diesen sogenannten Friedensjahren, in denen sie täglich wirtschaftlich hinsterben. Gewiß mag eine solche Denkungsart abwegig sein, aber Logik und ruhige Ueberlegung haben noch nie in der Welt regiert.

Wir Deutsche sind in weiten Teilen ein Volk ohne Hoffnung geworden. Wir arbeiten, soweit wir noch Arbeit haben, wir quälen und sinken trotzdem immer tiefer. Wir sind unglückliche Menschen geworden, die auf der Nachtseite des Lebens wandeln. Wenn es so weitergeht, werden wir ein Volk, das in Todesbereitschaft steht, ein Zustand, der gefährlicher ist als alle Explosivstoffe, als alle Waffen und als alle Giftgase der Welt es sein können. Wie der einzelne, wenn er keine Freude und keine Hoffnung vor sich sieht, vor nichts mehr zurückschreckt, so daß er freiwillig sein Leben hinwirft, so wird ein Volk, das erst einer solchen Stimmung verfällt, auf die Dauer nicht vor dem Letzten zurückschrecken. Es wird in seiner Verzweiflung anrennen gegen alle Befestigungen und gegen alle Waffen der Welt. Denn schließlich ist es gleichgültig, ob wir durch Bomben und Gas oder durch wirtschaftliche Not zugrunde gerichtet werden.

Vernünftige Ueberlegungen nützen da nichts und gutes Zureden auch nicht. Wie der einzelne Mensch ein Anrecht auf ein menschenwürdiges Dasein hat, so hat auch ein Volk Anrecht auf Leben. Ein arbeitswilliges, aufgeklärtes Volk, das arbeiten darf und auch den Lohn seiner Arbeit etwas genießen kann, ist ein sicherer Hort des Friedens; aber ein Volk in Not und Verzweiflung bedeutet eine große Gefahr für den Frieden.

Mögen alle Länder um Deutschland herum die gewaltigsten Rüstungen durchführen und mögen sie viele Millionen unserer Volksgenossen zugrunde richten und mögen sie uns auf eine Kulturstufe werfen, so tief sie wollen: Dieses Volk wird, solange es Lebenswillen in sich hat, immer wieder auferstehen und auf die Dauer Sieger sein über alle Waffen,

[1] Kenworthy, I. M., Vor kommenden Kriegen. Wilh. Braumüller, Wien-Berlin 1928.

weil der Wille zum Leben größer und stärker ist als irgendwelche Waffen es sein können.

Das Leben bleibt ein ewiger Kampf. Scheinbar müssen die Völker des Abendlandes sich in ihrer Verblendung erst vernichten, damit aus den Trümmern eine Welt mit neuen Lebensformen entstehen kann.

Es gilt noch immer die Goethesche Mahnung:

> Du mußt steigen oder sinken,
> Du mußt herrschen und gewinnen,
> Oder dienen und verlieren,
> Leiden oder triumphieren,
> Amboß oder Hammer sein.

Was wollen wir? Amboß oder Hammer sein?

Wenn der nächste Krieg, der wissenschaftliche Krieg, herangekommen ist, dann soll er — so meint Gertrud Woker — der letzte Krieg sein. „Die Weltgeschichte ist dann zu Ende[1]."

Die Weltgeschichte ist dann nicht zu Ende. Aber viel Leid und Not und Tod wird es geben; doch die Menschen werden weiterleben. Neue Geschlechter werden geboren, die vielleicht freier, männlicher und glücklicher sind, als wir es sind.

---

[1] Woker, Gertrud, Der kommende Gaskrieg. Ernst Oldenburg Verlag, Leipzig 1925. S. 8.

Namenregister

Die geographischen Namen sind mit * bezeichnet

14*

Sachregister

A

B

C

D

E

F

G

T

U

V

W

X

Y

Z

Literaturverzeichnis

Es ist nicht meine Absicht, hier ein ausführliches Literaturverzeichnis zu geben, das bei dem gewaltigen Umfange der bisher erschienenen Literatur die meisten Leser nur noch mehr verwirren würde.

Wer wissen will, was alles schon im In- und Auslande über Giftgase geschrieben worden ist — besonders im Kriege und in der Nachkriegszeit — blättere das Literaturverzeichnis durch z. B. in den Büchern von F. Flury und F. Zernik: „Schädliche Gase"; von Julius Meyer; „Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe"; von Rudolf Hanslian: „Der chemische Krieg"; von Hermann Büscher: „Grün- und Gelbkreuz"; und in anderen Werken.

An dieser Stelle möchte ich hauptsächlich die Literatur anführen, die bei der Abfassung des Buches verwandt worden ist. Diese Literatur kann zugleich dem Leser, der sich noch mehr in den Stoff vertiefen möchte, ein Wegweiser sein:

Büscher, Hermann: Grün- und Gelbkreuz. Spezielle Pathologie und Therapie der Körperschädigungen durch die chemischen Kampfstoffe der Grünkreuz- und Gelbkreuzgruppe. 94 Abbildungen, davon 23 vielfarbig, 5 Skizzen, 4 graphische Darstellungen, 1 Statistik. Verlag R. Himmelheber & Co., Hamburg 1932.

Büscher, Hermann: Zum Kampfgasproblem. Heerestechnik Nr. 3. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1930.

Bruckmeyer: Das deutsche Rettungswesen. Verlag C. Heymann, Berlin 1931.

Chlopin: Grundlagen des Gasschutzes. Verlag Dr. August Schrimpff, München 1928.

„Dräger-Hefte": Drägerwerk, Lübeck.

Fessler, Gebele und Prandtl: Gaskampfstoffe und Gasvergiftungen. Verlag der Ärztlichen Rundschau, Otto Gmelin, München 1931.

Flury, F.: Gasvergiftungen. Handbuch d. Physiol. 2. Band. Verlag Julius Springer, Berlin 1926.

Flury, F.: Über Kampfgasvergiftungen. I. Über Reizgase. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. XIII. Bd. Verlag Julius Springer, Berlin 1921.

Flury, F.: Über Kampfgasvergiftungen. IX. Lokalreizende Arsenverbindungen. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. XIII. Bd. Verlag Julius Springer, Berlin 1926

Flury, F.: Zur Beurteilung von Gasvergiftungen. Deutsche Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Medizin. VII. Bd., H. 2/3, 1926.

Flury, F. und W. Heubner: Über Wirkung und Entgiftung eingeatmeter Blausäure. Bioch. Zeitschr., Bd. 95, S. 249 ff. 1919.

Flury, F. und H. Wieland: Über Kampfgasvergiftungen. VII. Die pharmakologische Wirkung des Dichloraethylsulfids. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. Verlag Julius Springer, Berlin 1921.

Flury und Zangger: Lehrbuch der Toxikologie. Verlag Julius Springer, Berlin 1928.

Flury, F. und F. Zernik: Schädliche Gase, Dämpfe, Nebel, Rauch- und Staubarten. Verlag Julius Springer, Berlin 1931.

Fries, Amos A. und West, Clarence S., Major. U. S. A.: Chemical Warfare. McGraw Hill Book Company. New York 1921.

„Gasmaske": Deutsche Gasglühlicht-Auer-Gesellschaft, Berlin-Oranienburg.

„Gasschutz und Luftschutz": Zeitschrift. Verlag Dr. A. Schrimpff, G.m.b.H., Berlin W 8.

Haase-Lampe: Handbuch für das Grubenrettungswesen. Verlag H. G. Rahtgens, Lübeck 1929.

Haber, Fritz: Fünf Vorträge, Verlag Julius Springer, Berlin 1924.

Hampe, Erich: Der Mensch und die Gase. Räder-Verlag G.m.b.H., Berlin-Steglitz 1932.

Hanslian, Rudolf: Der chemische Krieg. Verlag E. S. Mittler & Sohn. Berlin 1927.

Hegler, S.: Über eine Massenvergiftung durch Phosgengas in Hamburg. Dtsch. Med. Wochenschrift. Nr. 37.

„Industrieller Luftschutz" Merkblatt. Bearbeitet vom Reichsverband der Deutschen Industrie, Berlin 1931.

Kenworthy, I. M.: Vor kommenden Kriegen. Verlag Wilhelm Braumüller, Wien-Leipzig 1928.

Laqueur, E. und R. Magnus: Über Kampfgasvergiftungen. III. Experimentelle Pathologie der Phosgenvergiftung. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin, XIII. Bd. Verlag Julius Springer, Berlin 1921.

Laqueur, E. und R. Magnus: Über Kampfgasvergiftungen. V. Experimentelle und theoretische Grundlagen zur Therapie der Phosgenerkrankung. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin, XIII. Bd. Verlag Julius Springer, Berlin 1921.

Lewin; Gifte und Vergiftungen. Verlag Georg Stilke, Berlin 1929.

Lustig, Allessandro: Fisiopatologica e Clinica dei Gas da Combattimento. Milano 1931.

Meyer, Julius: Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1926.

Müller, Ulrich: Die chemische Waffe. Berlin 1932.

Muntsch, Otto: Leitfaden der Pathologie und Therapie der Kampfgaserkrankungen. Verlag Georg Thieme, Leipzig 1932.

Rona, P.: Über Kampfgasvergiftungen. II. Über Zersetzung der Kampfstoffe durch Wasser. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin, XIII. Bd. Verlag Julius Springer, Berlin 1921.

Rumpf: Gasschutz. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1928.

Rumpf: Brandbomben. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1932.

Seeckt, von: Gedanken eines Soldaten. Verlag für Kulturpolitik, Berlin 1929.

Seydel: Handbuch für Luftschutz. Verlag C. Hubers, Diessen vor München.

Schjerning, Otto von: Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege. Verlag Barth, Leipzig 1921.

Vedder, E. B.: The Medical Aspects of Chemical Warfare. Baltimore 1925.

Velden, R. von den: Über Kampfgasvergiftungen. X. Klinik der Erkrankungen nach Dichloraethylsulfidvergiftung. Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin. Verlag Julius Springer, Berlin 1921.

Wohlwill, Fr.: Zur pathologischen Anatomie der Phosgenvergiftung. Dtsch. med. Wochenschr. Nr. 37, S. 1557.

Woker, Gertrud: Der kommende Gaskrieg. Verlag Ernst Oldenburg, Leipzig 1925.

„Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin", Bd. XIII und XIV. Verlag Julius Springer, Berlin 1921.

„. . . . . Das ausgezeichnete Werk wird mit großer Freude von allen denen begrüßt werden, die Interesse für Kampfgastoxikologie haben. Es ist von großem Wert, daß der Autor nicht nur ein Laboratoriumsforscher, sondern auch ein praktischer Arzt mit einer außerordentlichen Erfahrung auf diesem Gebiet ist. . . . ."

Prof. Dr. S. W. Anitschkow
Direktor des pharmakologischen Instituts der militär-medizinischen Akademie
Leningrad.

„. . . . . eine prachtvolle Monographie . . . . . "

Prof. Dr. R. Adelheim, Riga.

„. . . . . ein treffliches und prächtiges Werk . . . . . In der Ausstattung präsentiert sich die Monographie nach Abbildungen und Schriftsatz in einer schwerlich zu überbietenden Vollendung, wie ich sie sonst kaum irgendwo sah . . . . . Die vergleichende Gegenüberstellung der beiden Stoffe (Yperit und Lewisit) wirkt in der Tat überzeugend . . . . . "

Prof. Dr. Alessandro Lustig, Florenz
Italiens bedeutendster Kampfgasforscher

„. . . . . Die Abbildungen sind besonders gut . . . . . (illustrations are particulary good) . . . . . ein wertvolles Buch . . . . . (valuable book)"

E. B. Vedder, Washington (Amerikanisches Kriegsministerium)
der bekannteste amerikanische Kampfgasspezialist.

„. . . . . Dieses Werk stellt in vollendeter und reichhaltiger Weise die chemisch-pathologischen Eigenschaften des Phosgens, des Perstoffs und des Yperits dar, dann die des Lewisits, eines Chlorvinylgemisches mit Arsenchlorid, einer öligen blasenziehenden Flüssigkeit mit Geraniumgeruch, deren Verwendung — wie man weiß — an den Kampffronten einzig und allein durch den Waffenstillstand vom 11. November 1918 verhütet wurde.
Es ist uns nicht möglich, hier auf die Einzelheiten der schriftstellerischen Darstellung einzugehen, ebenso wenig wie wir hier gewisse technische Genauigkeiten anführen können, denn es handelt sich um ein schwieriges Spezialgebiet. Wir möchten nur sagen, daß sie sehr großes Interesse wecken wird, nicht nur bei den Hygienikern, Medizinern oder Technikern, sondern auch bei allen denen, die das Problem des passiven Schutzes der Zivilbevölkerung gegen die chemische oder aerochemische Gefahr studieren.
Diese Arbeit, kostbar in ihrem Druck und verschwenderisch — zum Teil farbig — illustriert, bringt unstreitig einen nützlichen Beitrag zur Kenntnis der tödlichen Wirkungen der chemischen Kampfstoffe.
Sie stellt ein sehr schönes Meisterwerk (. . . . . un très bel effort . . . . .) dar, und wir sind der Ansicht, daß diesen ergreifenden Abbildungen (. . . . . ces saisissantes illustrations . . . . .) eine weite Verbreitung gebührt, damit alle die Bedeutung der Kampfgasgefahr verstehen lernen."

Internationale Zeitschrift des Roten Kreuzes, Genf.
(„Revue Internationale de la Croix-Rouge", Genève)
Ref.: Prof. Dr. L. Demolis.

DRUCK: R. HIMMELHEBER & CO., HAMBURG

Berichtigung .

Seite 42 Zeile 5 Absatz 2 muss es heißen Kohlendioxyd statt Kohlenoxyd.

Seite 42 Absatz 8 Zeile 4 muss " Hexamethylentetramin (Urotropin) und" gestrichen werden. Denn beim Zusammentreffen von Hexamethylentetramin und Phosgen handelt es sich um eine chemische Reaktion , nicht um eine Adsorption.

Seite 47 - 49 : Die hier angeführten c.t - Zahlen sind keine absolut feststehenden toxikologischen Werte für das betreffende Gas. Es lassen sich tatsächlich keine starren Zahlenwerte für die Giftigkeit der einzelnen Gase angeben. Wenn ich hier trotzdem die aus der Literatur übernommenen Zahlenwerte anführe , so besonders deshalb, damit der Leser sich ein ungefähres Bild machen kann von der Giftigkeit der einzelnen Gase. Tatsächlich schwanken diese Zahlen schon bei den einzelnen Individuen derselben Tierart, also auch bei den einzelnen Menschen. Das Leben läßt sich eben nicht in starre Zahlensysteme und mathematische Formeln zwängen (vgl. auch Flury und Zernik " Schädliche Gase " S. 98 ff.).

Seite 105 Absatz 2 Zeile 2 : Statt 108 - 109° muss es heissen 216° .

